आधुनिक आविष्कार

'साहित्य-मण्डल-माला' की छियालीसवीं पुस्तक—

'रत्नावली-सिरीज़'— द्वितीय

आधुनिक आविष्कार

(बिजली तथा नवीन वैज्ञानिक यन्त्र)

लेखक—

आचार्य चन्द्रशेखर शास्त्री

(एम. ओ. पी. एच.)

प्रकाशक—

साहित्य-मण्डल

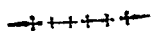
बाज़ार सीताराम,

दिल्ली ।

मूल्य तीन रुपया

प्रकाशक—
ऋषभचरण जैन,
मालिक—साहित्य-मण्डल
बाज़ार सीताराम, दिल्ली।

मुद्रक—
रूप-वाणी प्रिंटिङ्ग हाउस,
दरीबाकलाँ,
दिल्ली।

प्रकाशकीय आवेदन

'रत्नावली-सिरीज़' की दूसरी पुस्तक 'आधुनिक आविष्कार' आपके सम्मुख प्रस्तुत है। रेल, तार, हवाई जहाज—आदि अनेक ऐसी वस्तुएँ आज हमारे सामने अत्यन्त उन्नत और सुसंस्कृत रूप में वर्तमान हैं, हम नित्य जिनका व्यवहार और उपयोग करते हैं, किन्तु फिर भी उनके विषय में यह नहीं जानते कि इन चीज़ों के पीछे क्या इतिहास छिपा हुआ है, कौन-से तत्व पर इनका आविष्कार हुआ और जगत् में आज उनका क्या महत्व है। विदेशी भाषाओं में इस प्रकार के साहित्य पर असंख्य ग्रन्थों का प्रकाशन हो चुका है, पर हिन्दी में अब तक तत्सम्बन्धी पुस्तकों का अभाव है।

हमें विश्वास है, हिन्दी के पाठक 'आधुनिक आविष्कार' को हृदय से अपनायेंगे।

विनीत—

ऋषभचरण जैन,

'रत्नावली-सिरीज़' के नियम

१—इस सिरीज़ में कुल १२ ग्रन्थों का प्रकाशन होगा।

२—प्रत्येक ग्रन्थ का मूल्य ३) होगा।

३—॥) प्रवेश-फ़ी जमा करके स्थायी ग्राहक बननेवाले व्यक्तियों को इस सिरीज़ की प्रत्येक पुस्तक पौने मूल्य में दीजावेगी।

४—जो स्थायी ग्राहक प्रत्येक पुस्तक के लिए २।) मनीऑर्डर या डाक टिकटों-द्वारा अग्रिम भेज देंगे, उन्हें डाक-व्यय कुछ नहीं देना होगा।

५—जो ग्राहक २४) मनीऑर्डर या चेक-द्वारा एक-मुश्त भेज देंगे, उन्हें बारहों ग्रन्थ प्रति मास बिना डाक-व्यय के घर-बैठे मिल जावेंगे। यह रिआयत केवल प्रारम्भिक तीन पुस्तकों के प्रकाशित होने तक ग्राहक बननेवाले व्यक्तियों को ही दी जावेगी।

६—'साहित्य-मण्डल-माला' और 'चित्रपट' के स्थायी ग्राहक को भी इस माला का स्थायी ग्राहक बनने के लिए पृथक् प्रवेश-फ़ी भेजनी होगी।

७—बुकसेलरों को इस ग्रन्थ की एक भी प्रति नहीं भेजी जावेगी।

८—उक्त विषय पर पत्र-व्यवहार करते समय पते में 'रत्नावली-सिरीज़-विभाग' लिखना आवश्यक है।

पता—साहित्य-मण्डल (र० सि०-विभाग)

बाज़ार सीताराम, दिल्ली।

विषयानुक्रमणिका

विषय पृष्ठ

विषय　　　　　　　　　　　　　　　　　　पृष्ठ

विषय पृष्ठ

विषय पृष्ठ

दसवाँ अध्याय

ग्यारहवाँ अध्याय

विषय पृष्ठ

बारहवाँ अध्याय

तेरहवाँ अध्याय

विषय पृष्ठ

चौदहवाँ अध्याय

पन्द्रहवाँ अध्याय

विषय पृष्ठ

सोलहवाँ अध्याय

विषय पृष्ठ

विषय | पृष्ठ

विषय पृष्ठ

छब्बीसवाँ अध्याय

सत्ताईसवाँ अध्याय

अट्ठाईसवाँ अध्याय

विषय | पृष्ठ

पच्चीसवाँ अध्याय

विषय	पृष्ठ

उनतीसवाँ अध्याय

तीसवाँ अध्याय

विषय	पृष्ठ

हो जाता है। प्राचीन ज्ञान तथा विज्ञान-आदि का प्रकाश भारत से क्रमशः यूनान-आदि देशों में होता हुआ योरोप पहुँचा और इस समय वह क्रमशः अधिकाधिक विकसित होता जाता है।

जो योरोपवासी सिकन्दर महान् के भारत-आक्रमण के समय भी बिल्कुल असभ्य दशा में थे—आज अपने को, संसार को सभ्यता का पाठ पढ़ानेवाले समझते हैं। आज गुरुजी गुड़ ही रह गए और चेला जी शक्कर बन गए। आज भारतीयों का ज्ञान-विज्ञान क्रमशः कम होता जाता है और योरोपवासी क्रमशः उन्नति करते जाते हैं।

इस पुस्तक में पाश्चात्य-विज्ञान के आविष्कारों के इतिहास को सरल भाषा में लिखते हुए बतलाया गया है कि किस प्रकार असफलताओं का सामना करते हुए भी पाश्चात्य वीरों ने वर्तमान विज्ञान में उन्नति की।

संसार में आज जितने भी नवीन आविष्कार दिखलाई देते हैं, उन सब का मूल कारण बिजली है। अनादिकाल से बादलों में चमकनेवाली बिजली को भी मनुष्य के अध्यवसाय और परिश्रम के सामने पराजय स्वीकार करके

भूमिका

सूर्य पूर्व से निकलकर पश्चिम में जाया करता है। सभ्यता का प्रकाश भी पूर्व से निकलकर ही पश्चिम में गया है। ऐतिहासिक [illegible] इस बात को भली प्रकार जानते हैं कि संसार में सभ्यता का विस्तार सबसे पूर्व भारत में ही हुआ था।

प्राचीन भारत में सभ्यता का विकास चरमसीमा पर था। प्राचीन भारत के आचार, व्यवहार, ज्ञान, विज्ञान, साहित्य तथा नीतिशास्त्र-आदि सभी उच्चक [illegible] के थे। राम-रावण तथा महाभारत के युद्धों के वर्णन [illegible] भारतीय विज्ञान के जिस उच्चकोटि के रूप का परिचय मिलता है, उस पर पहुँचने के लिए योरोपीय विज्ञान को अभी अनेक शताब्दियों तक प्रतीक्षा करनी पड़ेगी।

किन्तु प्रकृति के नियम अटल होते हैं। उनमें लेश-मात्र भी अन्तर नहीं पड़ता। पृथ्वी के [illegible]
ब्रह्माण्ड के गोल होने के कारण प्रकाश पूर्व

ही जाता है। प्राचीन ज्ञान तथा विज्ञान-आदि का प्रकाश भारत से क्रमशः यूनान-आदि देशों में होता हुआ योरोप पहुँचा और इस समय वह क्रमशः अधिकाधिक विकसित होता जाता है।

जो योरोपवासी सिकन्दर महान् के भारत-आक्रमण के समय भी बिल्कुल असभ्य दशा में थे—आज अपने को, संसार को सभ्यता का पाठ पढ़ानेवाले समझते हैं। आज गुरुजी गुड़ ही रह गए और चेला जी शक्कर बन गए। आज भारतीयों का ज्ञान-विज्ञान क्रमशः कम होता जाता है और योरोपवासी क्रमशः उन्नति करते जाते हैं।

इस पुस्तक में पाश्चात्य-विज्ञान के आविष्कारों के इतिहास को सरल भाषा में लिखते हुए बतलाया गया है कि किस प्रकार असफलताओं का सामना करते हुए भी पाश्चात्य वीरों ने वर्तमान विज्ञान में उन्नति की।

संसार में आज जितने भी नवीन आविष्कार दिखलाई देते हैं, उन सब का मूल कारण बिजली है। अनादिकाल से बादलों में चमकनेवाली बिजली को भी मनुष्य के अध्यवसाय और परिश्रम के सामने पराजय स्वीकार करके उसकी इच्छा का दास होना पड़ा। यदि आज बिजली का आविष्कार न होता, तो सम्भवतः वर्तमान आविष्कारों में से एक भी दिखलाई न देता।

वर्तमान आविष्कारों में बिजली के इस भारी महत्व

के कारण ही इस ग्रन्थ को बिजली के वर्णन से आरम्भ किया गया है। इसमें बिजली के यथार्थरूप का वर्णन करते हुए बिजली के आविष्कार की कहानी को सरल ढँग पर बतलाया गया है। बिजली के ही प्रसंग में बिजली के मुख्य आधार—डाइनेमो, बैटरी, मैगनेट, विद्युत्प्रकाश और बिजली की भट्टी का वर्णन किया गया है। इस ग्रन्थ में इन सबके इतिहास के साथ-साथ इन वस्तुओं के आकार तथा कार्य-शैली का भी वर्णन करने का उद्योग किया गया है। इस ग्रन्थ में बिजली के टेलीग्राफ़ तथा टेलीफ़ोन के इतिहास का वर्णन तो इतने रोचक ढँग से किया गया है कि वह निर्वाचित विषयवाली पाठ्य-पुस्तकों में स्थान पाने योग्य है।

बेतार का तार आजकल संसार का सब से बड़ा आश्चर्य बना हुआ है। आज इसके द्वारा (रेडियो से) संसार-भर के आमोद-प्रमोद में भाग ले सकते हैं। इस पुस्तक में बेतार के टेलीग्राफ़, टेलीफ़ोन और रेडियो का पृथक्-पृथक् ऐतिहासिक क्रम से वर्णन दिया गया है।

एक्स-किरणों ने तो आज न-केवल चिकित्सा में, वरन् उद्योग-धन्धों के क्षेत्र में भी अद्भुत क्रान्ति कर दी है।

ट्राम गाड़ियाँ, बिजली की रेलगाड़ियाँ तथा बिजली के अन्य मोटे-मोटे आविष्कारों को भी इस ग्रन्थ में इतिहास-क्रम से गया है।

शक्ति के साधन इस समय बिजली के अतिरिक्त कोयला, तेल, वाष्प और गैस भी हैं। महायुद्ध तथा वर्तमान इटली-एबीसीनिया युद्ध ने इनके अन्तर्राष्ट्रीय महत्व को भली प्रकार प्रमाणित कर दिया है। इस ग्रन्थ में इन चारों का वर्णन देते हुए दिखलाया गया है कि किस प्रकार इन चारों के कारण भी वर्तमान सभ्यता की अनेक वस्तुओं का आविष्कार हुआ। यह स्मरण रखने को बात है कि वर्तमान एञ्जिन तथा रेलगाड़ियों का आविष्कार कोयले और वाष्प ने ही किया है।

यद्यपि प्राचीन भारत में जल-सेनाओं का विभाग बड़ा भारी महत्वशाली था, किन्तु वह सब जहाज बहुत बड़े-बड़े होने पर भी डाँड और वायु के पालों से ही चलते थे। वर्तमान सभ्यता ने जहाजों को पहले कोयले और वाष्प से, फिर तेल से और अब बिजली से भी चलाना आरम्भ कर दिया है। इस समय जहाजों की एकदम ही कायापलट होगई है। प्राचीन काल में समुद्र-यात्रा एक आपत्ति समझी जाती थी, तो इस समय वह एक आमोद-प्रमोद समझी जाती है।

वर्तमान सभ्यता का सब से बड़ा आविष्कार हवाई जाहज है। यह नहीं कहा जा सकता कि प्राचीन भारतीय विमानों और वर्तमान हवाई जहाजों में क्या अन्तर है।

इस प्रकार वर्तमान आविष्कारों के सम्बन्ध में जानने

योग्य सभी बातों को इस पुस्तक में देने का यत्न किया गया है।

संसार आविष्कारों की उन्नति के पथ पर अत्यन्त शीघ्रता से दौड़ता चला जा रहा है। अतः सम्भव है कि इस पुस्तक के निकलने के वर्ष-भर के अन्दर-ही-अन्दर इतनी उन्नति हो जावे कि यह पुस्तक भी पुरानी जान पड़ने लगे।

यदि पाठकों ने पुस्तक के इस संस्करण को शीघ्र समाप्त कर दिया, तो इसका अगला संस्करण इसकी अपेक्षा बहुत अधिक उत्तम होगा।

आशा है कि पाठक इस पुस्तक की त्रुटियों पर ध्यान न देकर इसके गुणों को ही ग्रहण करके लेखक के उत्साह को बढ़ायेंगे।

देहली
८ दिसम्बर, १९३५ ई० } चन्द्रशेखर शास्त्री

प्रथम अध्याय

आधुनिक आविष्कार

(पुद्गल का अन्तर्हृदय-बिजली)

लगभग एक सहस्र वर्ष-पूर्व कुछ गडरियों को इस बात का अनुभव करके अत्यंत आश्चर्य हुआ कि उनकी लग्गी के कच्चे लोहे के कुलावे में पथरीली-चिकनी मिट्टी चिपट जाती है।

यदि गाँव में किसी की आँख में गोहरी या अंजनन्यारी निकल आती है, तो उससे कहा जाता है कि वह अपनी उँगली को हाथ की हथेली पर घिस-घिस कर उस अँजन-यारी पर लगाले। इस प्रकार उँगली घिसने से तुरन्त अनुभव हो जाता है कि उँगली गरम हो उठी, वही गरम-गरम उँगली आँख पर लगाने से अँजनन्यारी नीचे बैठ जाती है।

एक जँगल में बाँस के बहुत से पेड़ हैं। अचानक वहाँ आँधी चलती है। बाँस के पेड़ आपस में रगड़ खाते हैं, रगड़ से चिंगारी उत्पन्न होती है, और सारे जँगल में आग लग जाती है।

इसी प्रकार हाथ से हाथ मलने पर, अँग-से-अँग तथा कपड़ों की रगड़ लगने पर अथवा दो पुद्गलों के संघर्षण पर उष्णता निकलती देखी जाती है। यह उष्णता क्या है ?

यह उष्णता वास्तव मे बिजली अथवा विद्युत् है। किसी वस्तु में बिजली उत्पन्न होकर चुम्बक-शक्ति (Magnetism) भी उत्पन्न हो जाया करती है।

आज इस शक्ति ने सँसार में क्रान्ति उत्पन्न कर दी है। चुम्बक-शक्ति और विद्युत् ने इतना भारी जादू कर रखा है कि मनुष्य का शब्द लंदन से अमरीका में सुनाई दे सकता है; इसी के द्वारा एक जलप्रपात की शक्ति से सैकड़ों मील दूर की ट्रामगाड़ी चलाई जा सकती है; इसी के द्वारा पृथ्वी की मिट्टी से मोटर-कार की, चमकीले एल्यूमिनियम की, छत बनाई जा सकती है।

बिजली पुद्गल का हृदय है, क्योंकि वर्तमान नवीन आविष्कारों ने सिद्ध कर दिया है कि पृथ्वी की प्रत्येक वस्तु परमाणुओं (Atoms) से बनी होती है। यह भी बिजली के छोटे-छोटे अंश अथवा विद्युत् से बने होते हैं। विद्युत् के रहस्य

को पुद्गल (Matter) अपने हृदय में करोड़ों वर्षों से छिपाये हुए है। पृथ्वी की रचना में, जहाँ तक पता लगाया जा सका है, सृष्टा-द्वारा उपादान-कारण के रूप में बिजली ही का उपयोग किया गया है। वास्तव में सँसार की प्रत्येक वस्तु बिजली से बनी हुई है।

आकाश अथवा ईथर

इस प्रकार हमारे चारों ओर प्रतिदिन-प्रतिक्षण बिजली के अनेक चमत्कार होते रहते हैं। इस विस्तृत आकाश में सूर्य के चारों ओर परिक्रमा देने वाली पृथ्वी एक छोटे से कण के समान है। किन्तु स्वयं आकाश में भी एक अत्यंत सूक्ष्म और दुर्लभ पदार्थ भरा हुआ है। इसे विज्ञान-वादी ईथर (Ether) अथवा आकाश कहते हैं। यदि इस अदृश्य ईथर में एक छड़ी घुमाई जावे अथवा एक पत्थर फेंका जावे, तो उसमें आन्दोलन (Agitatian) हो सकता है। एक तालाब अथवा झील का जल, यदि उसे हिलाने-जुलाने के लिए हवा न हो, तो शान्त रह सकता है; किन्तु ईथर सदा अशान्त अवस्था में रहता है।

उसमें करोड़ों और अरबों आकार-प्रकार की लहरें लगातार उत्पन्न होती रहती हैं। सूर्य का प्रकाश, रसोई की अग्नि की उष्णता, वेतार के संकेत और 'एक्स-किरण' (X-rays) आदि इन्हीं लहरों में से होकर आती हैं। कोई-कोई लहर तो ... होती है कि एक इंच के

एक जँगल में बाँस के बहुत से पेड़ हैं। अचानक वहाँ आँधी चलती है। बाँस के पेड़ आपस में रगड़ खाते हैं, रगड़ से चिंगारी उत्पन्न होती है, और सारे जँगल में आग लग जाती है।

इसी प्रकार हाथ से हाथ मलने पर, अँग-से-अँग तथा कपड़ों की रगड़ लगने पर अथवा दो पुद्गलों के संघर्षण पर उष्णता निकलती देखी जाती है। यह उष्णता क्या है?

यह उष्णता वास्तव मे विजली अथवा विद्युत् है। किसी वस्तु में बिजली उत्पंन्न होकर चुम्बक-शक्ति (Magnetism) भी उत्पन्न हो जाया करती है।

आज इस शक्ति ने सँसार में क्रान्ति उत्पन्न कर दी है। चुम्बक-शक्ति और विद्युत् ने इतना भारी जादू कर रखा है कि मनुष्य का शब्द लंदन से अमरीका में सुनाई दे सकता है; इसी के द्वारा एक जलप्रपात की शक्ति से सैकड़ों मील दूर की ट्रामगाड़ी चलाई जा सकती है; इसी के द्वारा पृथ्वी की मिट्टी से मोटर-कार की, चमकीले एेल्यूमिनियम की, छत बनाई जा सकती है।

बिजली पुद्गल का हृदय है, क्योंकि वर्तमान नवीन आविष्कारों ने सिद्ध कर दिया है कि पृथ्वी की प्रत्येक वस्तु परमाणुओं (Atoms) से बनी होती है। यह परमाणु भी बिजली के छोटे-छोटे अंश अथवा विद्युत् अंशों (Electrons) से बने होते हैं। विद्युत् के रहस्य

बिजली को यंत्रीय-शक्ति का रूप देने वाला मोटर

यहाँ बिजली को बिजली के मोटर-द्वारा फिर यंत्रीय-शक्ति (Mechanical power) का रूप दे दिया जाता है। मशीन के मैगनेटों (चुम्बकों) के चारों ओर बिजली की लहरें बहती हैं। मैगनेट आरमेच्योर से सम्बंधित होता है। अतएव बिजली की शक्ति से इस आरमेच्योर को शीघ्रता से घूमना पड़ता है। यह मोटर सब प्रकार की मशीनों को चलाता है। वह उन बड़े-बड़े पिंजरों को चलाता है, जिनमें बैठकर मजदूर पृथ्वी के गर्भ में पहुँचते और फिर वापिस आते हैं। यह न-केवल इन तथा अन्य मशीनों को चलाता ही है, वरन् प्रकाश भी देता है।

एक ढलाई का कारखाना है, जहाँ कच्ची धातु के टूटे हुए ढेरों को भट्टी-द्वारा गली हुई धातु में परिणित कर बड़ी-बड़ी छड़ों के रूप में ढाला जाता है। यह छड़ें इतनी भारी होती हैं कि इनको उठाना एक आदमी के वश का नहीं। लेकिन बिजली के मैगनेट-द्वारा इन्हें सहज ही उठाया जा सकता है। बिजली का यह मैगनेट (चुम्बक) लोहे का एक ऐसा हाथ होता है, जो बिजली के जादू से, दैवी-शक्ति से भर जाता है और दस टन (२८० मन) धातु को ऐसा सुगमता से उठा लेता है, जैसे बच्चा एक पंख को उठाता है। यहाँ यह स्मरण रखना चाहिये कि मशीन चलाने, प्रकाश बनाने और बहुत भारी

अन्दर लगभग १ करोड़ आ जाती हैं। दूसरी किरणें इतनी लम्बी होती हैं कि वे एक पर्वत की चोटी से दूसरे पर्वत की चोटी, लगभग बीस मील के अन्तर तक, पहुँचती हैं। किन्तु वे ईथर में से एक-सी ही गति से, एक सेकिंड में तीन सहस्र बार जाती हैं। उनमें वास्तविक अन्तर केवल उनकी संख्या का है, जो लहरों के एक शृङ्खला-रूप में एक दूसरे के बाद आती हैं और एक सेकिंड में ही दिये हुए बिन्दु से आगे बढ़ जाती हैं।

अब थोड़ी देर के लिए ईथर की इन लहरों को छोड़-कर हमें देखना है कि इस सर्वव्यापी शक्ति के अविष्कार का प्रकृति पर क्या प्रभाव पड़ रहा है ?

इस समय हम ऐसे युग में रहते हैं, जिसमें हमने शक्ति का रूप-परिवर्तन करना सीख लिया है। निआगरा के शक्ति-शाली जल-प्रपात की शक्ति बहुत वर्षों से व्यर्थ जा रही थी। आज उसका आश्चर्यजनक उपयोग हो रहा है।

तेज बहने वाला जल, पानी के एक ऐसे पहिये में से होकर गुजरता है, जो अत्यधिक तीव्र-गति से घूमता है। उस पहिये के डंडे में ऐसी मशीन लगी है, जो मशीन की शक्ति को बिजली का रूप दे देती है। यह बिजली ताम्बे के तारों में से होकर ईथर में पहुँचती है। यहाँ से उसे किसी भी निश्चित स्थान पर ले जाया जा सकता है।

विचित्र वस्तुओं की व्याख्या करने का उद्योग किया गया। किन्तु बिजली के आश्चर्यजनक भविष्य तथा उसके द्वारा राष्ट्रों के जीवन में दिये जाने वाले अत्यधिक महत्वपूर्ण योग की अभी तक किसी ने कल्पना भी न की थी।

मनुष्यों का संसार के आश्चर्यों के विषय में सोचना

लगभग एक शताब्दी पूर्व, जब मनुष्य का ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया कि वह अपने चारों ओर की विशेष घटनाओं और शक्तियों का कारण खोजने लगा, तो ज्ञात हुआ कि इन शक्तियों का न-केवल अनुकरण ही, वरन उन्हें उत्पन्न भी किया जा सकता है। मानव-बुद्धि उन पर भली प्रकार विजय प्राप्त कर सकती है।

आरम्भ में अनेक मूर्खतापूर्ण सिद्धान्त प्रचलित किये गये। विचित्र-विचित्र घटनाओं की ऐसी-ऐसी अनेक व्याख्याएं की गई, जो बाद में गलत साबित हुई। किन्तु ज्यों-ज्यों समय बीतता गया, वास्तविक विज्ञान का युग आरम्भ हो गया। इस समय केवल घटनाओं की ही गणना की जाती थी बहुत शीघ्र ही यूरोप के विभिन्न विभागों के दार्शनिकों ने, विशेष कर इंगलैण्ड, फ्राँस और जर्मनी वालों ने, बिजली और चुम्बक-शक्ति के ज्ञान को थोड़ा-थोड़ा करके विस्तृत किया। उसी नींव पर आज का संसार खड़ा है।

हम वाष्प के एक शक्तिशाली एंजिन की अथवा दस

धातु को उठाने आदि का यह सब कार्य, दूर-स्थित उसी एक जल-प्रपात की शक्ति का चमत्कार है।

प्रकृति किस प्रकार अनेक युगों से बिजली से काम ले रही है।

वर्तमान युग में बिजली की उन्नति बड़ी शीघ्रता से हुई है और हो रही है। सहस्रों वर्षों तक, बिजली के अस्तित्व के प्रथमाभास के बाद से, मनुष्यों ने सदा ही बिजली पर आश्चर्य प्रगट किया है; किन्तु अनेक युगों से प्रकृति बिजली से बराबर काम लेती रही। उदाहरण के लिये, प्रकृति पौदों की जड़ में ऐसे-ऐसे छोटे-छोटे रेशे बनाती है कि वह बिजली की शक्ति से पृथ्वी में से अपनी खूराक को निकालते हैं। यह जड़ें वायु-मण्डल-सम्बन्धी बिजली को एकत्रित करती हुई पौदों की वृद्धि के विज्ञान में बड़ा महत्वपूर्ण कार्य करती हैं। चुम्बक-शक्ति (Magnetism) से सब से प्रथम चीनियों ने कार्य लिया था। उन्होंने अस्थायी क़ुतुबनुमा (Crude Compasses) बनायी थीं, जो उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों का पता चलने से भी बहुत पूर्व जहाज़ों को दिशा बतलाने में सहायता देती थीं।

सौ वर्ष-पूर्व इन स्वाभाविक वस्तुओं में विद्वानों में, प्राचीनकाल की अपेक्षा, विशेष रुचि उत्पन्न हुई। चुम्बक-शक्ति (मैगनेटिज्म) का अध्ययन तथा कुछ देखी हुई

विचित्र वस्तुओं की व्याख्या करने का उद्योग किया गया। किन्तु बिजली के आश्चर्यजनक भविष्य तथा उसके द्वारा राष्ट्रों के जीवन में दिये जाने वाले अत्यधिक महत्वपूर्ण योग की अभी तक किसी ने कल्पना भी न की थी।

मनुष्यों का संसार के आश्चर्यों के विषय में सोचना

लगभग एक शताब्दी पूर्व, जब मनुष्य का ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया कि वह अपने चारों ओर की विशेष घटनाओं और शक्तियों का कारण खोजने लगा, तो ज्ञात हुआ कि इन शक्तियों का न-केवल अनुकरण ही, वरन उन्हें उत्पन्न भी किया जा सकता है। मानव-बुद्धि उन पर भली प्रकार विजय प्राप्त कर सकती है।

आरम्भ में अनेक मूर्खतापूर्ण सिद्धान्त प्रचलित किये गये। विचित्र-विचित्र घटनाओं की ऐसी-ऐसी अनेक व्याख्याएं की गई, जो बाद में ग़लत साबित हुई। किन्तु ज्यों-ज्यों समय बीतता गया, वास्तविक विज्ञान का युग आरम्भ हो गया। इस समय केवल घटनाओं की ही गणना की जाती थी बहुत शीघ्र ही यूरोप के विभिन्न विभागों के दार्शनिकों ने, विशेष कर इंगलैण्ड, फ्रांस और जर्मनी वालों ने, बिजली और चुम्बक-शक्ति के ज्ञान को थोड़ा-थोड़ा करके विस्तृत किया। इसी नींव पर आज का संसार खड़ा है।

हम वाष्प के एक शक्तिशाली एंजिन की अथवा इस

लाख '*हॉर्सपावर' वाले जल-प्रपात की शक्ति को विजली के रूप में परिवर्तित कर सकते हैं। किन्तु जो लोग इसको प्रकाश, उष्णता अथवा शक्ति के लिये प्राप्त करना चाहते हैं, उनमें इसे किस प्रकार बाँटा जावे, इन सब समस्याओं को एक आश्चर्यजनक ढँग पर सुलझा लिया गया है।

विजली उत्पन्न करने के प्रत्येक बड़े केन्द्र पर एक मुख्य 'स्विचबोर्ड' (ताली का तख्ता) होता है । इस से फ़ैक्टरियों (कारखानों) ट्रामों और जनता के घरों को विजली भेजने के तारों का सम्बन्ध होता हैं । विजली वालों ने इतना सुन्दर प्रबन्ध किया हुआ है कि सौ 'हॉर्स-पावर' की आवश्यकता वाली ट्राम को 'सौ हॉर्स पावर' की विजली दे देते हैं, और थोड़ी सी आवश्यकता वाले एक साधारण गृहस्थ को थोड़ी सी विजली दे देते हैं।

विजलीवाले नगरों में प्रायः सड़क की ज़मीन के नीचे विजली के तार बिछे होते है। इनमें से कुछ तार कार-खानों या विजली की ट्राम को बड़ी भारी शक्ति ले जाते हैं और दूसरे हल्के-से-हल्की' करेंट' को,—जो टेलीफ़ोन अथवा तार के संदेश भेजने में काम आती है। सिर के ऊपर प्रायः

---

* 'हार्सपावर' शब्द का अर्थ घोड़े की शक्ति है, बिजली की शक्ति को नापने के लिये एक घोडे में जितनी शक्ति अनुमानतः होनी चाहिये, उतनी बिजली को इकाई (Unit) मान कर उसी से विभिन्न मशीनों की ताक़त का मान बतलाया जाता है।

समाचार के तार होते हैं, जो बिजली की करेंट को ईथर के अन्दर से बड़ी-बड़ी दूर के नगरों में ले जाने में सहायता देते हैं। बिजली की मोटर अपने आप ही तेज़ जाती है। उसमें अपना निज का बिजली का भंडार है, जो एक ऐसे सन्दूक में सुरक्षित होता है, जिसमें बैटरी का सन्दूक होता है। उसमें पर्याप्त शक्ति जमा रहती है। हम अपनी जेब में बिजली की 'टॉर्च' रख सकते हैं, जिसके बटन को ज़रा-सा दबाने पर फ़ौरन बिजली का चौंधिया देने वाला प्रकाश निकलने लगता है। इस 'टॉर्च' के अन्दर एक बैटरी रक्खी होती है, जिसमें रसायनिक प्रक्रिया होने से बिजली की करेंट उत्पन्न होकर बिजली का प्रकाश निकलता है।

बिजली की घंटी उंगली धरते ही बजने लगती है। स्विच पर उंगली धरने से एक बच्चा भी कमरे को प्रकाशित कर सकता है। एक ताली (Lever) के छूने मात्र से ही हज़ार 'हॉर्स पावर' की मशीन भी चलने लगती है। एक बटन को दबाने ही से लिफ़्ट-द्वारा एक दर्जन मनुष्य भी मकान की छत पर पहुँच सकते हैं। यह सब बिजली का स्वाभाविक जादू है।

बिजली के निर्माण, एकत्रित होने और दूर-दूर के स्थानों तक पहुँचाने की अद्भुत कहानियाँ पृथ्वी-भर में भरी हुई हैं। समुद्र के नीचे रहने वाला बिजली का तार इसका अच्छा उदाहरण है। ऐटलांटिक महासागर की तली में

बहुत से तार फैले हुए हैं; जिनके द्वारा इंगलैण्ड-निवासी अमरीका से बात-चीत कर सकते हैं। सबसे हल्की करेन्ट केवल इन लम्बे-लम्बे समुद्री तारों-द्वारा भेजी जा सकती है। इनके द्वारा भेजे हुए संवादों को लेने के लिए भी अत्यंत कोमल यंत्रों की आवश्यकता होती है। इन तारों की समुद्र से रक्षा करने का अनुभव बहुत वर्षों में प्राप्त किया जा सका है।

कुछ प्राचीन समुद्री तारों को डालते समय इंजीनियर लोग सेलीनियम (Selenium) नाम के एक पदार्थ को नापने के लिए डाला करते थे। संयोगवश उनको यह पता लग गया कि इस पदार्थ का प्रभाव बिजली पर दिन और रात में भिन्न-भिन्न प्रकार का होता है। यह प्रकाश को शीघ्र पकड़ने वाला था। कुछ वर्षों के पश्चात् सेलीनियम से केवल समाचार के तारों द्वारा फोटो भेजने का ही काम नहीं लिया गया, वरन् एक रूह्मर (Ruhmer) नाम के जर्मन इंजीनियर ने उसकी सहायता से बिना तार के भी, तीन या चार मील के अन्तर से, बात-चीत करना संभव कर दिया।

रात में कमरे को प्रकाशित करने वाली बिजली

एक आश्चर्य के बाद दूसरा आश्चर्य बड़ी शीघ्रता से आता गया। सबसे अधिक आश्चर्य, बिना तार के ही, आकाश में से बिजली की शक्ति को भेजना है। कुछ वर्ष

पूर्व मारकोनी (Marconi) ने बिना तार के सौ गज़ पर सन्देश भेजा था। उसके थोड़े दिनों बाद ही एक या दो मील पर भेजा गया, फिर ब्रिटिश चैनेल के पार भेजा गया और फिर ऐटलांटिक महासागर के पार अमरीका में भेजा गया। अब शून्य आकाश में बारह सहस्र मील तक, बिना तार के ही, समाचार भेजा जा सकता है। बिना तार का तार विश्व-भर में फैल गया है। हम बिजली की उन लम्बी लहरों से काम लेते हैं, जो बिना तार के उस प्रकाश की लहरों के ही समान हैं, जिनको सूर्य लाखों वर्षों से अपने में से निकाल रहा है।

जब हम बिस्तर पर सो जाते हैं, तो कमरा इन लहरों से भर जाता है। उनमें से कुछ तो दीवारों और हमारे शरीर तक में प्रवेश कर सकती है। पानी की एक बूँद स्याही-चट कागज़ पर फैल जाती है, क्योंकि वह कागज़ के अति छोटे छिद्रों में प्रवेश कर फैल जाती है। शक्कर का एक ढेर, आकार में बिना बढ़े हुए ही, पानी के एक नियत परिमाण को चूस लेता है।

ईथर सब कहीं मार्ग पा लेता है और प्रत्येक वस्तु के छिद्रों में घुस जाता है। यह प्रत्येक वस्तु को बनाने वाले परमाणुओं (atoms) के बीच के आकाश में है। अतएव इस अदृश्य संवाहक का अस्तित्व सब कहीं बराबर रहता है।

आकाश में से संगीत को पकड़ने वाली आश्चर्यजनक वस्तु

बिना तार के समाचार की लहर प्रायः बड़ी भारी और लम्बी-चौड़ी होती है। उसके मार्ग में सब कहीं ईथर गति-शील रहता है। बिना तार के समाचार लेने वाला यंत्र, यदि वह पर्याप्त शीघ्र-ग्राहक है, तो मनुष्य के शब्द, सङ्गीत अथवा दूर-दूर के समाचारों को भी ग्रहण कर लेगा। प्रकाश, उष्णता अथवा बिना तार की लहरों से ईथर कभी शान्त नहीं होता। इस प्रकार चारों ओर से बिजली की लहरों के एक बड़े भारी समुद्र में डूबे हुए, हम घर तथा बाहर का और अपना कार्य करते रहते हैं।

न केवल इतना ही, वरन् प्रत्येक वस्तु बिजली से ही बनी हुई है। बिजली दो प्रकार की होती है। धन अथवा पॉज़ीटिव (Positive) और ऋण अथवा नेगेटिव (Negative)। इसका पता लगे अभी अधिक वर्ष नहीं हुए कि स्वयं पुद्गल (Matter) भी, जिसकी रचना-सामग्री से सम्पूर्ण विश्व बना हुआ है, केवल पॉज़ी-टिव और नेगेटिव बिजली के सुसंगठित ढेर के अतिरिक्त और कुछ नहीं है।

सोने, चाँदी अथवा हमारे साँस लेने के 'ऑक्सीजन' को अथवा हमारे पीने के पानी ही को ले लीजिये। यह

सभी भिन्न-भिन्न परमाणुओं से बने हुए हैं। प्रत्येक परमाणु एक प्रकार का छोटा-सा सौर-जगत् है—वह नेगटिव विद्युत् अंशों (Electrons) से बना हुआ पाजीटिव बिजली के केन्द्र के चारों ओर घूम रहा है। हम जानते हैं कि एक हीरा और कोयले का टुकड़ा लगभग एक ही पदार्थ हैं। एक चमकदार बिल्लौरी पत्थर के टुकड़े और समुद्र की बालू की रचना-सामग्री में कोई अन्तर नहीं और यह कि प्रकृति अपनी सामग्री को विभिन्न रूपों में सजाती रहती है। किन्तु हमारे चारों ओर की सभी वस्तुएं बिजली से बनी हुई हैं, और इसी शक्ति से प्रत्येक वस्तु की रचना की गई है। सारांश यह है कि हम बिजली के अदृश्य संसार में रहते हैं और उसी के हैं।

एक सिलाई की मैशीन या जहाज़ को चलाने वाली बिजली।

बिजली का सब से बड़ा आश्चर्य उसके के विचित्र रूप हैं, जिनमें यह रहती है। सब से प्रथम यह वह सार्वजनिक साधन है, जिससे प्रत्येक वस्तु ली जाती है। फिर यह बादलों में बिजली की लहर के रूप में एक राजसो-रूप में रहती है। एक क्षण-मात्र में ही यह चमक कर आँखों को चौंधिया देती है। वह एक सेकिंड के भी बहुत छोटे से भाग में पाँच करोड़ 'हॉर्स-पॉवर' की बिजली को

छोड़ देती है। यह बिजली की लहर के रूप में ठीक-ठीक तौर से शासन में की जा सकती है और एक साधारण सीने की मशीन से लेकर बड़े भारी जहाज़ तक को चलाती है। उससे आलुओं को गलाने की साधारण उष्णता अथवा इतनी अधिक उष्णता भी ली जा सकती है, कि जिसमें एक रसायन शास्त्री ऐसी-ऐसी धातुओं को भी पिघला सकता है, जो कभी गरम-से-गरम भट्टी में भी नहीं पिघल पातीं।

बिजली की लहर स़ख्त-से-स़ख्त इस्पात में भी प्रवेश कर सकती है और फोटो के प्लेट के ऊपर चित्र का अक्स उतार सकती है, अथवा एक एंजिन के लोहे को चटख़ा सकती है। गत योरोपीय महायुद्ध में इन लहरों ने 'एक्स किरणों' (X-rays) के रूप में सहस्रों व्यक्तियों के प्राण बचाये थे, आज 'एक्सकिरण' औषधियों की एक सब से बड़ी मित्र हैं।

बिजली वास्तव में हम सब को छू रही है, हमारे दैनिक जीवन में प्रवेश किये हुए है, और अपने गर्भ में भविष्य के बहुत से रहस्यों को छिपाये हुए है।

❀ ❀ ❀

द्वितीय अध्याय

बिजली क्या है ?

सब से प्रथम बिजली के उस रूप का पता लगा, जो रगड़ से उत्पन्न होती है। प्राचीनकाल में स्याम देश की स्त्रियाँ कातने के तकवे अम्बर के बनाती थीं। जिस समय वह प्रसन्न होकर चर्खे को चलाती थीं, तो तकुवा प्रायः कातने वाली के कपड़ों से छुवा जाने के कारण विद्युत प्रवाह से भर जाता था। ज़मीन पर रक्खा जाने पर वह सूखी पत्तियों अथवा धूल का आकर्षण करता था, जो उस से एक रहस्यपूर्ण शक्ति के द्वारा चिमट जाते थे।

यह कातने वाली स्त्रियाँ बिल्कुल ही बिना जाने इन बिजली की मशीनों को चला रही थीं और उस बिजली को उत्पन्न कर रही थीं, जो सहस्रों वर्ष के पश्चात् जनता के घरों को प्रकाशित करने वाली थीं। यदि हम एक काँच के डंडे अथवा 'फाउनटेनपेन' को (Fountain Pen) लेकर

छोड़ देती है। यह बिजली की लहर के रूप में ठीक-ठीक तौर से शासन में की जा सकती है और एक साधारण सीने की मशीन से लेकर बड़े भारी जहाज तक को चलाती है। उससे आलुओं को गलाने की साधारण उष्णता अथवा इतनी अधिक उष्णता भी ली जा सकती है, कि जिसमें एक रसायन शास्त्री ऐसी-ऐसी धातुओं को भी पिघला सकता है, जो कभी गरम-से-गरम भट्टी में भी नहीं पिघल पातीं।

बिजली को लहर सख्त-से-सख्त इस्पात में भी प्रवेश कर सकती है और फोटो के प्लेट के ऊपर चित्र का अक्स उतार सकती है, अथवा एक एंजिन के लोहे को चटखा सकती है। गत योरोपीय महायुद्ध में इन लहरों ने 'एक्स किरणों' (X-rays) के रूप में सहस्रों व्यक्तियों के प्राण बचाये थे, आज 'एक्सकिरण' औषधियों की एक सब से बड़ी मित्र हैं।

बिजली वास्तव में हम सब को छू रही है, हमारे दैनिक जीवन में प्रवेश किये हुए है, और अपने गर्भ में भविष्य के बहुत से रहस्यों को छिपाये हुए है।

❀ ❀ ❀

रहता है । इस अन्वीक्षण का महत्व अब बहुत अधिक होगया है । यदि कोई शक्ति एकत्रित नहीं की जा सकती और आवश्यक रूप में उसका उपयोग नहीं किया जा सकता, तो वह किसी काम की नहीं ।

इन छोटे-छोटे प्रयोगों से पता चला कि इस नई शक्ति से शारीरिक परिश्रम-द्वारा सम्पन्न होने वाले कतिपय कार्य सहज ही में पूरे किये जा सकते हैं । रॉबर्ट बाएल के ही एक समकालीन ने सिद्ध किया कि यह रहस्यपूर्ण शक्ति प्रकाश को भी उत्पन्न कर सकती है । उसका नाम ओटो वॉन ग्वेरिक (Otto Von Guericke) था । वह काँच की एक हाँडी में गंधक की गेंद रखकर, काँच को तोड़ डालता था और गन्धक की गेंद को खैंचकर उसको एक तकुए पर चढ़ा देता था । जब तकुआ शीघ्रता से घुमाया जाता था और उस पर हाथ रखा जाता था, तो हाथ की रगड़ से वह अंधेरे में चमकने लगता था । इस प्रकार बिजली का सबसे प्रथम लैम्प बना ।

दो प्रकार की बिजली

वॉन ग्वेरिक ने लगभग उसी समय एक और आविष्कार किया । यह आविष्कार सबसे महत्वपूर्ण आविष्कारों में से एक था । इसी से आगे चलकर पता लगा कि बिजली दो प्रकार की है—पॉज़ीटिव अथवा धन (Positive) और नेगेटिव अथवा ऋण (Negative) यह दो

उसको फुर्ती से एक रेशमी रूमाल से मलें और उसको कुछ छोटे-छोटे बारीक कागज के टुकड़ों के ऊपर थामें रहें, तो पता लगेगा कि कागज के उन छोटे-छोटे टुकड़ों में जैसे जान पड़ गई—वे हिल-डुल कर, कूद फाँद कर, उस डंडे से आ चिपटेंगे।

ईसामसीह से लगभग तीनसौ वर्ष पूर्व थेओफ्रैस्टस (Theophrastus) नाम के एक प्राचीन यूनानी दार्शनिक ने यह मालूम किया था कि अम्बर के रगड़ से भड़क जाने में अवश्य कोई अज्ञात शक्ति कार्य करती है। इस विचित्र वस्तु के प्रति सब से प्रथम उसी ने वैज्ञानिक रूप से विचार किया था। थेओफ्रैस्टस ने आविष्कार किया कि इस शक्ति में केवल अम्बर ही नहीं है, वरन् उसके अन्दर टौरमैलाइन (Tourmaline) नाम की एक धातु भी है, ईसा के सत्तर वर्ष के पश्चात् प्लाइनी (Pliny) ने फिर इन बातों की ओर ध्यान आकर्षित किया। वह थिओफ्रैस्टस के अध्ययन के आधार पर ही आगे बढ़ा।

राबर्ट बाएल (Rabert Bayl) ने जो सन् १६२७ से १६६१ तक रहा—बिजली के मूल कारण को खोजना आरम्भ किया। उसने सबसे प्रथम यह आविष्कार किया कि बिजली उत्पन्न तथा एकत्रित की जा सकती है—उसने देखा कि अम्बर के टुकड़े को रगड़ने से उसकी बिजली का प्रभाव तुरन्त ही नष्ट नहीं हो जाता, वरन् कुछ समय तक

रहता है । इस अन्वीक्षण का महत्व अब बहुत अधिक होगया है । यदि कोई शक्ति एकत्रित नहीं की जा सकती और आवश्यक रूप में उसका उपयोग नहीं किया जा सकता, तो वह किसी काम की नहीं ।

इन छोटे-छोटे प्रयोगों से पता चला कि इस नई शक्ति से शारीरिक परिश्रम-द्वारा सम्पन्न होने वाले कतिपय कार्य सहज ही में पूरे किये जा सकते हैं । रॉबर्ट बाएल के ही एक समकालीन ने सिद्ध किया कि यह रहस्यपूर्ण शक्ति प्रकाश को भी उत्पन्न कर सकती है । उसका नाम ओटो वॉन ग्वेरिक (Otto Von Guericke) था । वह काँच की एक हाँडी में गंधक की गेंद रखकर, काँच को तोड़ डालता था और गन्धक की गेंद को खैंचकर उसको एक तकुए पर चढ़ा देता था । जब तकुआ शीघ्रता से घुमाया जाता था और उस पर हाथ रखा जाता था, तो हाथ की रगड़ से वह अंधेरे में चमकने लगता था । इस प्रकार बिजली का सबसे प्रथम लैम्प बना ।

दो प्रकार की बिजली

वॉन ग्वेरिक ने लगभग उसी समय एक और आविष्कार किया । यह आविष्कार सबसे महत्वपूर्ण आविष्कारों में से एक था । इसी से आगे चलकर पता लगा कि बिजली दो प्रकार की है—पॉज़ीटिव अथवा धन (Positive) और नेगेटिव अथवा ऋण (Negative) यह दो

उसको फुर्ती से एक रेशमी रूमाल से मलें और उसको कुछ छोटे-छोटे बारीक कागज के टुकड़ों के ऊपर थामे रहें, तो पता लगेगा कि कागज के उन छोटे-छोटे टुकड़ों में जैसे जान पड़ गई—वे हिल-डुल कर, कूद फाँद कर, उस डंडे से आ चिपटेंगे।

ईसामसीह से लगभग तीनसौ वर्ष पूर्व थेओफ्रेस्टस (Theophrastus) नाम के एक प्राचीन यूनानी दार्शनिक ने यह मालूम किया था कि अम्बर के रगड़ से भड़क जाने में अवश्य कोई अज्ञात शक्ति कार्य करती है। इस विचित्र वस्तु के प्रति सब से प्रथम उसी ने वैज्ञानिक रूप से विचार किया था। थेओफ्रेस्टस ने आविष्कार किया कि इस शक्ति में केवल अम्बर ही नहीं है, वरन् उसके अन्दर टौरमैलाइन (Tourmaline) नाम की एक धातु भी है, ईसा के सत्तर वर्ष के पश्चात् प्लाइनी (Pliny) ने फिर इन बातों की ओर ध्यान आकर्षित किया। वह थिओफ्रेस्टस के अध्ययन के आधार पर ही आगे बढ़ा।

राबर्ट बायल (Rabert Bayl) ने जो सन् १६२७ से १६९१ तक रहा—बिजली के मूल कारण को खोजना आरम्भ किया। उसने सबसे प्रथम यह आविष्कार किया कि बिजली उत्पन्न तथा एकत्रित की जा सकती है—उसने देखा कि अम्बर के टुकड़े को रगड़ने से उसकी बिजली का प्रभाव तुरन्त ही नष्ट नहीं हो जाता, वरन् कुछ समय तक

के तीन प्रसिद्ध व्यक्ति मुख्य माने गये हैं। इनमें प्रथम न्यूटन था। उसने बिजली-युक्त काँच से .काग़ज़ के टुकड़ों को हवा में कुदाया था। दूसरा हॉक्सबी (Hawksbee) था। उसने बिजली-युक्त वस्तुओं (Electrified bodies) के विषय में बहुत से नये आविष्कार किये। तीसरा स्टेफेन ग्रे (Stephen Gray) था। उसने सन् १७२९ ई० में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि अमुक-अमुक वस्तु बिजली को ले जा सकती है, और अमुक नहीं। जिन वस्तुओं में बिजली प्रवेश कर सकती है, उनको प्रवाहक अथवा 'कंडक्टर' (Conductor) कहते हैं। इसके प्रतिकूल गुण-युक्त वस्तुओं को अ-प्रवाहक अथवा नॉन 'कंडक्टर' (Non Conductor) कहते हैं। 'कंडक्टरों' और और 'नॉन कंडक्टरों' के बिना हम लोग ऐसा कोई काम नहीं कर सकते थे, जो कि आज बिजली से कर लेते हैं। रेलगाड़ी में यात्रा करते समय रेल-लाइन के किनारे-किनारे तार (समाचार) के खम्भे दिखाई पड़ते हैं। प्रत्येक खंभे पर छोटे-छोटे सफ़ेद रंग के चीनी-मिट्टी के टुकड़े लगे होते हैं। इन टुकड़ों को पृथक् करने वाला अथवा 'इनसूलेटर' (Insulator) कहते हैं। चीनी-मिट्टी अप्रवाहक अथवा 'नान-कण्डक्टर' है। अतः इन चीनी के टुकड़ों की वजह से बिजली खम्भों में जाकर बर्बाद होने से बची रहती है। इनके ऊपर लिपटे हुए ताम्बे के तारों में

प्रकार की बिजली ही सारे पुद्गल का साधन है। उस ने मालूम किया कि यदि कोई पदार्थ किसी बिजली-युक्त पदार्थ से आकर्षित किया जाता है और उसको छू लेता है, तो तुरन्त ही पीछे को ओर धक्का लगता है।

इस आकर्षण के पश्चात् इतनी शीघ्रता से उसके ठीक प्रतिकूल क्रिया के होनेका कारण यह है कि कोई भी बिजली-युक्त पदार्थ अपनी बिजली किसी बिजली-हीन पदार्थ को ही देना चाहता है। आकर्षण होने के कारण दोनों पदार्थों में एक ही प्रकार की बिजली भर जाती है, और इसी कारण वे आपस में आकर्षित न होकर एक-दूसरे को धक्का देते हैं। इस बात को एक साधारण प्रयोग-द्वारा भी सिद्ध किया जा सकता है। यदि एक बड़े मटर के दाने के बराबर सूखे गूदे की दो गेंदों को एक रेशम के धागे में इस प्रकार लटकाया जावे कि वह दोनों बिल्कुल पास-पास लटकी रहें, और तब यदि उनको बिजली-युक्त आबनूस के एक दंडे से छुंवाया जावे, तो वह तुरन्त ही एक दूसरे से दूर हट जावेंगे। दंडे ने अपनी बिजली गेंदो में डालदी, और उनमें उसी प्रकार की बिजली भर गई। इसी प्रकार एक-सी बिजली भरी हुई वस्तुएँ एक दूसरे को हटा देंगी।

बिजली की उन्नति करने वाले तीन विद्वान्

इस दिशा में विशेष उन्नति करने वालों में इंगलैण्ड

के तीन प्रसिद्ध व्यक्ति मुख्य माने गये हैं। इनमें प्रथम न्यूटन था। उसने विजली-युक्त काँच से .काग़ज़ के टुकड़ों को हवा में कुदाया था। दूसरा हॉक्सवी (Hawksbee) था। उसने विजली-युक्त वस्तुओं (Electrified bodies) के विषय में वहुत से नये आविष्कार किये। तीसरा स्टेफेन ग्रे (Stephen Gray) था। उसने सन् १७२९ ई० में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि अमुक-अमुक वस्तु विजली को ले जा सकती है, और अमुक नहीं। जिन वस्तुओं में विजली प्रवेश कर सकती है, उनको प्रवाहक अथवा 'कंडक्टर' (Conductor) कहते हैं। इसके प्रतिकूल गुण-युक्त वस्तुओं को अ-प्रवाहक अथवा नॉन 'कंडक्टर' (Non Conductor) कहते हैं। 'कंडक्टरों' और और 'नॉन कंडक्टरों' के विना हम लोग ऐसा कोई काम नहीं कर सकते थे, जो कि आज विजली से कर लेते हैं। रेलगाड़ी में यात्रा करते समय रेल-लाइन के किनारे-किनारे तार (समाचार) के खम्भे दिखाई पड़ते हैं। प्रत्येक खंभे पर छोटे-छोटे सफ़ेद रंग के चीनी-मिट्टी के टुकड़े लगे होते हैं। इन टुकड़ों को पृथक् करने वाला अथवा 'इनसूलेटर' (Insulator) कहते हैं। चीनी-मिट्टी अप्रवाहक अथवा 'नान-कण्डक्टर' है। अतः इन चीनी के टुकड़ों की वजह से विजली खम्भों में जाकर वर्बाद होने से वची रहती है। इनके ऊपर लिपटे हुए ताम्बे के तारों में

प्रकार की बिजली ही सारे पुद्गल का साधन है। उस ने मालूम किया कि यदि कोई पदार्थ किसी बिजली-युक्त पदार्थ से आकर्षित किया जाता है और उसको छू लेता है, तो तुरन्त ही पीछे की ओर धक्का लगता है।

इस आकर्षण के पश्चात् इतनी शीघ्रता से उसके ठीक प्रतिकूल क्रिया के होनेका कारण यह है कि कोई भी बिजली-युक्त पदार्थ अपनी बिजली किसी बिजली-हीन पदार्थ को ही देना चाहता है। आकर्षण होने के कारण दोनों पदार्थों में एक ही प्रकार की बिजली भर जाती है, और इसी कारण वे आपस में आकर्षित न होकर एक-दूसरे को धक्का देते हैं। इस बात को एक साधारण प्रयोग-द्वारा भी सिद्ध किया जा सकता है। यदि एक बड़े मटर के दाने के बराबर सूखे गूदे की दो गेंदों को एक रेशम के धागे में इस प्रकार लटकाया जावे कि वह दोनों बिल्कुल पास-पास लटकी रहें, और तब यदि उनको बिजली-युक्त आबनूस के एक डंडे से छुवाया जावे, तो वह तुरन्त ही एक दूसरे से दूर हट जावेंगे। डंडे ने अपनी बिजली गेंदो में डालदी, और उनमें उसी प्रकार की बिजली भर गई। इसी प्रकार एक-सी बिजली भरी हुई वस्तुएँ एक दूसरे को हटा देंगी।

बिजली की उन्नति करने वाले तीन विद्वान्

इस दिशा में विशेष उन्नति करने वालों में इंगलैण्ड

के तीन प्रसिद्ध व्यक्ति मुख्य माने गये हैं। इनमें प्रथम न्यूटन था। उसने विजली-युक्त काँच से काग़ज़ के टुकड़ों को हवा में कुदाया था। दूसरा हॉक्सवी (Hawksbee) था। उसने विजली-युक्त वस्तुओं (Electrified bodies) के विषय में वहुत से नये आविष्कार किये। तीसरा स्टेफेन ग्रे (Stephen Gray) था। उसने सन् १७२९ ई० में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि अमुक-अमुक वस्तु बिजली को ले जा सकती है, और अमुक नहीं। जिन वस्तुओं में बिजली प्रवेश कर सकती है, उनको प्रवाहक अथवा 'कंडक्टर' (Conductor) कहते हैं। इसके प्रतिकूल गुण-युक्त वस्तुओं को अ-प्रवाहक अथवा नॉन 'कंडक्टर' (Non Conductor) कहते हैं। 'कंडक्टरों' और और 'नॉन कंडक्टरों' के विना हम लोग ऐसा कोई काम नहीं कर सकते थे, जो कि आज विजली से कर लेते हैं। रेलगाड़ी में यात्रा करते समय रेल-लाइन के किनारे-किनारे तार (समाचार) के खम्भे दिखाई पड़ते हैं। प्रत्येक खंभे पर छोटे-छोटे सफ़ेद रंग के चीनी-मिट्टी के टुकड़े लगे होते हैं। इन टुकड़ों को पृथक् करने वाला अथवा 'इनसूलेटर' (Insulator) कहते हैं। चीनी-मिट्टी अप्रवाहक अथवा 'नान-कण्डक्टर' है। अतः इन चीनी के टुकड़ों की वजह से बिजली खम्भों में जाकर बर्बाद होने से बची रहती है। इनके ऊपर लिपटे हुए ताम्बे के तारों में

विजली बिना विघ्न के जाती रहती है।

इन प्राचीन दार्शनिकों ने विजली के सिद्धान्तों मे उन्नति करके उसको वास्तविक कार्यकारी रूप दे दिया। वॉन ग्वेरिक (Von Guericke) ने किस प्रकार गंधक की गेंद में, उसको हाथ से घुमाकर और उसमें रगड़ उत्पन्न कर, विजली का संचार किया था, यह बताया जा चुका है। न्यूटन और हॉक्सबी ने विजली की आरम्भिक मशीनें बनाईं। बाद के विद्वानों ने फ़सलों में विजली भरने के लिए 'एक्सकिरणों' (X-rays), विजली की लहर अथवा 'करेंट' का उत्पन्न किया।

बिजली की अत्यधिक शीघ्र नष्ट होनेवाली करेंट

एक काँच के बेलन अथवा चक्कर को घुमाकर तथा किसी वस्तु से मलकर रगड़ उत्पन्न करना ही विजली की वास्तविक प्रारम्भिक मशीन थी; किन्तु इस तरह से प्राप्त बिजली इतनी शीघ्रता से नष्ट हो जाती थी कि वैज्ञानिकों ने उसको एकत्रित करने का उपाय सोचना आरम्भ किया। इस दिशा में अनेक प्रयोग करने के पश्चात् लीडेन (Leyden) के घड़े का आविष्कार हुआ। लीडन का घड़ा आज बेतार के तार में अत्यन्त महत्वपूर्ण कार्य कर रहा है। लीडन के एक मुस्चेनब्रोक (Musschenbrock) नाम के प्रोफ़ेसर ने एक दिन एक काँच की बोतल में भरे पानी पर विद्युत् का संचार किया। उनका सहायक, जो

बोतल पकड़े हुए था, उन तारों को मशीन से अलग करने का प्रयत्न कर रहा था, जो इस जल के पास तक बिजली की करेंट ले जा रहे थे। उन तारों के छूने में उसको बिजली का बड़ा भारी धक्का लगा। पता चला कि बिजली बोतल में एकत्रित होगई थी, जो छूने पर फ़ौरन उसके शरीर में घुस गई। बिजली पहले-पहल लीडन के घड़े में भरी गई और उसी में से निकाली गई।

दो जोड़े जुराब पहिनने वाले व्यक्ति का अनुभव

अब प्रवाहकों अथवा 'कंडक्टरों'-द्वारा इस वेग को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता है। अप्रवाहक वस्तुओं-द्वारा नई शक्ति को पृथक् रक्खा जा सकता है। लीडेन के घड़े में एकत्रित करने से और किसी अप्रवाहक वस्तु पर खड़ा होने से शक्ति को एकत्रित करके उसको आवश्यकतानुसार छोड़ा जा सकता है।

सीमर (Symmer) को सब से प्रथम यह आविष्कार करने का गौरव प्राप्त है कि बिजली दो प्रकार की होती है—धन अथवा 'पॉज़ीटिव' और ऋण अथवा 'नेगेटिव'। उसने एक ही पैर पर दो मौजे पहिने—जिनमें से एक काला और सम्भवतः ऊन का था तथा दूसरा सफ़ेद और रेशम का। जब उसने काले मौजे पर से सफ़ेद को उतारा, तो रगड़ से प्रत्येक मौजे में बिजली भर गई, यद्यपि वह भिन्न-भिन्न प्रकार की थी।

उतारने पर प्रत्येक जुराब, बिजली के प्रवाह के कारण, इस प्रकार खड़ा रहा, मानों उसमें हवा भर दी गई हो। उनका आकार बिलकुल पाँव-जैसा था।

जब उन दोनों को पास-पास रक्खा गया, तो वे दोनों आपस में टकरा गये। इसलिये कि दो विभिन्न प्रकार की बिजली एक-दूसरे को तटस्थ किये हुए थी। किन्तु जब उसने एक ही वस्तु के एक-जैसे दो मौजों से इस अभ्यास को दोहराया, तो दोनों मौजे, पास-पास लाने पर, एक-दूसरे से अलग होगये।

जब कभी किसी प्रकार एक तरह की बिजली बनाई जाती है, तो उतनी ही बिजली विरोधी प्रकार की भी अवश्य उत्पन्न होती है। जब एक प्रकार की बिजली से भरी हुई दो वस्तु एक-दूसरे से विरोध प्रकट करती हैं, तो भिन्न-भिन्न प्रकार की बिजली से भरी हुई दो वस्तु, एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं।

यदि हम काँच के एक डण्डे को रेशम के एक टुकड़े से रगड़ें, तो वह धन अथवा 'पॉज़ीटिव' बिजली से भर जावेगा; किन्तु जब लाख के एक टुकड़े को फलालैन से मला जाता है, तो वह ऋण अथवा 'नेगेटिव' बिजली से भर जाता है। काँच का डण्डा अथवा लाख की सलाई—दोनों ही कागज़ के टुकड़ों-आदि को उठा लेंगी। किन्तु दोनों में बिजली भिन्न-भिन्न प्रकार की है।

बिजली उत्पन्न करनेवाली मशीनें

बड़े परिमाण में बिजली उत्पन्न करने के लिये अनेक प्रकार की मशीनों का आविष्कार किया गया है। उनके द्वारा बिजली उत्पन्न तथा एकत्रित की जा सकती है। आवश्यकतानुसार कम या अधिक परिमाण में उसका उपयोग भी किया जा सकता है।

कठिन परिश्रम से बनाई हुई यह मशीनें, जिनमें लीडेन के घड़ों में बिजली का प्रवाह एकत्रित किया जाता है, या तो बेलनों (Cylinders) को अथवा गोल पत्तर को आवश्यक रगड़ उत्पन्न करनेवाली वस्तु के विरुद्ध घुमाने से बनाई जाती हैं। एक 'विमशर्ट' (*Wimshurst*) मशीन से कई-कई फुट लम्बे स्पार्क (चिंगारी) उत्पन्न, करनेवाली बिजली उत्पन्न की जा सकती है। इसमें वार-निश किए हुए काँच के पत्तर के दो अथवा कई जोड़ होते हैं। यह दोनों पत्तर एक-दूसरे से विरुद्ध दिशा में घूमते हैं। उनके बाहिर पन्नी (राँगे का वर्क़) के बने हुए कई-कई सेक्टर (एक गणित का यन्त्र) चिपके हुए होते हैं। इस पत्तर के घूमने पर भुजाओं पर लगे हुए झूठे गोटे के ब्रुश पन्नी के सेक्टरों को आन्दोलित करते हैं। पहियों के दोनों ओर रक्खे हुए धातु के कन्घों में बिजली एकत्रित हो जाती है।

स्वयं पृथ्वी भी बिजली का एक बड़ा भारी गोदाम है।

इसमें से, वास्तव में, बड़ी भारी करेंट निकलती है। स्वयं पृथ्वी और उसके चारों ओर के वायुमण्डल की तह को बड़ा भारी गोल-कोष समझना चाहिये। पृथ्वी ऋण बिजली से और वायुमण्डल धन बिजली से भरा हुआ है।

पृथ्वी से २०० मील ऊपर आकाश में विद्युत्प्रकाश

जब कोई तरल वस्तु उष्ण होकर वाष्प-रूप होती है, तो बिजली उत्पन्न हो जाती है। उड़ी हुई वाष्प अपने साथ धन-प्रवाह को ले जाती है। एक प्रामाणिक विद्वान् का कहना है कि समस्त संसार में लगातार होते रहने वाला वाष्पीकरण (Evaporation) बराबर धन-बिजली की धारा को, ऊपर के वायु-मण्डल में, धारण किये रहता है। हवा की परतों और बादलों के बीच में उक्त बिजली डिस्चार्ज होती (छूटती) हुई किन्हीं-किन्हीं अवस्था-विशेषों में आकाश में उस आश्चर्यजनक चमक को उत्पन्न करती है, जिसे हम 'अरौरा बोरीलिस' अथवा 'अरौरा-लाइट' या उत्तरी-उजाला कहते हैं।

बिजली के यह प्रभाव ध्रुव-प्रदेशों में सब से अधिक होते हैं। वहाँ अरोरा का प्रकाश अत्यन्त चमकीला होता है। कभी-कभी तो पृथ्वी से दोसौ मील ऊपर की ऊँचाई पर यह प्रकाश छूटता है। इंगलैंड आदि देशों की पौद में ऐसी-ऐसी उल्लेखनीय उन्नति होती है, फ़सलों से

इतना अच्छा अन्न मिलता है कि गत शताब्दी के अन्त में लेम्सट्रॉम (Lemstrom) तथा दूसरे वैज्ञानिकों ने इस मामले पर विचार किया, तो पता चला कि उत्तरी देव-दार की सुई-जैसे आकार की पत्तियाँ अनाज के पौदों के बालों की दाढ़ियाँ आदि उष्ण जलवायु के वृक्षों की अपेक्षा अधिक विजली ग्रहण करती हैं। वृक्ष अपने बालों के समूह (मक्का आदि के समान), डंठलों और तेज़ नोकों के द्वारा वायुमण्डल में से विजली को ग्रहण करते रहते हैं। वृक्षों के ऐसे भागों में विजली स्वयं ही उड़कर आजाती है। इसके पश्चात् वृक्ष उस बिजली को पृथ्वी में भेजकर अपने भोजन-नत्रजन (Nitrogen)—को उत्पन्न कर लेते हैं।

बिजली को चमक और उसकी ५ करोड़ अश्व-शक्ति

विजली के तूफ़ान के क्रोधित बादल ही बिजली के आरम्भिक 'डाइनेमो' (विद्युदुत्पादक-यन्त्र) थे वे अब भी, मनुष्य के बनाए हुए, विजली के किसी भी यन्त्र से अधिक शक्तिशाली हैं। बादल अपने विशाल विद्युत्कोष से ५ करोड़ अश्व-शक्ति (हॉर्स पॉवर) की बिजली छोड़ते हैं। वह एक सेकिंड के एक लाखवें भाग में ही, आँखों को अंधा करनेवाली चमक के रूप में. पृथ्वी पर आ पड़ती है।

नरेन्द्र (Norinder) नाम के एक स्वेडेन वैज्ञानिक ने पता लगाया है कि विजली के तूफ़ान के समय आकाश

में दो क्रियाएँ होती हैं। पहली क्रिया (First variation) का सम्बन्ध बादलों की गति और बिजली के प्रवाह के चुपके से डिस्चार्ज हो जाने से है। यह बिना चिंगारी (स्पार्क) के विद्युत्-प्रवाह की गति है। यह दशा लगभग दस सेकिंड तक रहती है। फिर विद्युत्-क्षेत्र में अत्यन्त शीघ्र-गामी परिवर्तनों की शृङ्खला आती है। इसके परिणाम-स्वरूप बिजली बादलों और पृथ्वी के बीच की वायु की रुकावट में से फूट निकलती है और पृथ्वी में समा जाती है।

विद्युत्प्रवाहक किस प्रकार घर की आपत्ति से रक्षा करता है

विद्युत्प्रवाहक (Lightning conductor) धातु का नुकीला दण्डा होता है, जो मकान के सब से ऊँचे भाग पर लगा होता है। बादलों की बिजली उसमें आ जाती है। फलतः उसके आसपास में पृथ्वी को तोड़ देने योग्य पर्याप्त बिजली कभी जमा नहीं हो पाती और इस प्रकार मकान सुरक्षित रहता है। प्रवाहक (Conductor) का एक धातु के पत्तर से सम्बन्ध रहता है, जो पृथ्वी में दबा रहता है। वह अपनी एकत्रित की हुई बिजली को उसी में पहुँचा देता है।

❀ ❀ ❀

तृतीय अध्याय

संसार को घेरनेवाला शक्तिका महासागर

संसार का प्रत्येक जहाज़ क़ुतुबनुमा (Compass) के द्वारा ही मार्ग खोजता है और उसी के द्वारा सञ्चालित किया जाता है।

यह सर्व-विदित है कि क़ुतुबनुमा की सुई सदा उत्तर को ही रहती है। इसके दो कारण हैं। क़ुतुबनुमा की सुई चुम्बक अथवा मैगनेट (Magnet) की होती है और मैगनेट एक दूसरे पर किसी ऐसी अदृश्य शक्ति-द्वारा प्रभाव डालते हैं, जो पत्थर, दीवाल, शीशे की खिड़की, मोम के पत्तर अथवा हमारी विजली को बन्द करनेवाली किसी भी वस्तु के अन्दर से जा सकती है।

चुम्बक-शक्ति अथवा मैगनेटिज्म की शक्ति सम्पूर्ण आकाश में भरी हुई है; फिर चाहे आकाश में कोई भी वस्तु क्यों न हो!

चुम्बक की रहस्य-पूर्ण शक्ति का पता अब से दो सहस्र वर्ष पूर्व एशिया माइनर (Asia Minor) के गडरियों ने लगाया था। जैसा कि हम पहले कह आए हैं, गडरियों ने देखा कि पथरीली धातु के टुकड़े उनकी लग्गी के पुराने लोहे के किनारों से चिमट जाया करते थे।

यह धातु कच्चा लोहा था। यह मैगनिया नाम के ज़िले में मिलता था। इसी ज़िले के नाम से उस शक्ति का नाम मैगनेटिज्म (Magnetism) पड़ा। उस कच्चे लोहे को चुम्बक-पत्थर अथवा मैगनेस-स्टोन (Magnes-Stone) कहा गया। इसके बाद यह देखा गया कि चुम्बक-पत्थर का टुकड़ा, धागे में लटका देने पर, सदा एक ही दिशा में रहता है। अतएव इसका नाम निर्देशक पत्थर (Leading Stone or Lodestone) पड़ गया।

मध्य-युग में इस निर्देशक पत्थर के विषय में बड़ी-बड़ी आश्चर्यजनक कहानियाँ सुनने में आयीं। इस पत्थर के पर्वतों के विषय में ख़्याल किया जाता था कि वह अपने समीप के जहाज़ के लोहे का आकर्षण कर लेते हैं। जब निर्देशक पत्थर से पहले-पहल क़ुतुबनुमा बनाई गई, तो जहाज़ के यात्रियों को इस बात का भय बना रहता था कि चुम्बक-शक्तिवाले दुष्ट पर्वत क़ुतुबनुमा को बिगाड़ देंगे और उनको नष्ट कर देंगे।

क़ुतुबनुमा पहले-पहल बारहवीं शताब्दी में किसी

समय योरुप में बनाया गया। लोहे की छोटी-सी सलाई को उपरोक्त निर्देशक पत्थर से छू देने पर उसमें चुम्बक अथवा मैगनेट की शक्ति आ जाती थी। फिर उसको एक लकड़ी अथवा काग पर रखकर पानी से भरी हुई तश्तरी में रख देते थे। बाद को यह चूल पर रखदी गई, किन्तु अभी तक क़ुतुबनुमा में कोने नहीं थे। यह अभी तक केवल उत्तर और दक्षिण को बतलानेवाली सुई-मात्र थी।

यदि क़ुतुबनुमा को स्वतंत्र छोड़ दिया जावे, तो उसकी सुइयाँ उत्तर और दक्षिण को हो जावेंगी। इसलिए कि स्वयं पृथ्वी भी एक बड़ा भारी चुम्बक अथवा मैगनेट है, जो चुम्बक शक्ति (Magnetic power) के ऐसे महा-सागर में तैर रही है, जिसको जानकर नाप सकते हैं और पृथ्वी के गोल के किसी भी स्थान पर हम उससे काम ले सकते हैं।

इसकी कार्य-प्रणाली जानने के लिए सर्व-प्रथम यह जानना चाहिए कि किसी वस्तु की चुम्बक-शक्ति अपने आप को किस तरह और किस रूप में प्रगट करती है। सुप्रसिद्ध डा० गिलबर्ट ने, चुम्बक के विषय में अनेक उल्ले-खनीय अन्वेषण किये हैं। आपने पता लगाया कि एक मैगनेट की शक्ति का उसके आकार से कोई सम्बन्ध नहीं; चाहे वह गोल, चौकोर या कैसे ही बेढंगे आकार का हो, वह अपनी अधिक-से-अधिक शक्ति को सदा ही दो विरोधी

ध्रुवों—चुम्बकीय-ध्रुवों अथवा 'मैगनेटिक पोल्स' (Magnetic' poles) पर प्रगट करेगा। यदि इस्पात की एक सुई पर एक कोने से दूसरे कोने तक कई बार मैगनेट फेर कर उसमें चुम्बक-शक्ति का प्रवेश कर दिया जावे और फिर उसको लोहे के उत्तम बुरादे में डाला जावे, तो ज्ञात होगा कि प्रत्येक कोने पर बुरादे का गुच्छा चिपट गया है और सुई के दूसरे किसी स्थान पर बुरादे का दाना नहीं चिमट रहा। इसका कारण यह है कि शक्ति ध्रुवों (Poles) पर ही एकत्रित रहती है।

इस्पात लोहे की अपेक्षा क्यों अधिक चुम्बक है

चुम्बक शक्ति का प्रवेश बहुत कम पदार्थों में होता है। इसीलिये इतने दिन बीत जाने और वैज्ञानिक युग के इतना अधिक उन्नति कर लेने पर भी चुम्बक-पत्थर के (एक तरह का लोहा) अतिरिक्त हमारे पास और कुछ नहीं है।

इस चुम्बक-पत्थर के अतिरिक्त, हालाँकि यह सही है कि निकिल, कोबाल्ट (एक धातु) तरल ऑक्सीजन आदि में भी कुछ चुम्बक-शक्ति पायी जाती है, लेकिन हम उस पर निर्भर नहीं कर सकते, जब कि लोहे के एक निर्जीव ढेर को, बिजली की एक करेंट-द्वारा मनुष्य से भी अधिक शक्तिशाली जीवित दैत्य बनाया जा सकता है; लोहे के एक टुकड़े में, उसमें जितने समय के लिये और जितने

अधिक परिमाण में चाहें, शक्ति भर सकते हैं। फिर तुरन्त ही उसे निर्जीव भी बना सकते हैं।

कठोर इस्पात (फ़ौलाद) की अपेक्षा कच्चा लोहा बिल्कुल भिन्न प्रकार से कार्य करता है। कच्चा लोहा तभी तक चुम्बन-शक्ति-युक्त रहता है, जब तक दूसरे चुम्बक के प्रभाव में रहता है; किन्तु इस्पात एक बार चुम्बक-शक्ति-युक्त होने पर वैसा ही बना रहता है।

हम जानते हैं कि दूसरी वस्तुओं के समान लोहा भी अणुओं (Molecules) से बना है। उन अणुओं को लोहे तथा दूसरी वस्तुओं के बनाने की ईंटों को प्रकृति, बिना किसी प्रबन्ध या क्रम के, फेंक देती है। किन्तु यदि लोहे के एक टुकड़े पर एक बार चुम्बक-शक्ति के जादू का प्रभाव कर दिया जावे, तो उसके परमाणु अपने को एक रेखा में इस प्रकार क्रमबद्ध कर लेते हैं कि सब एक ही दिशा का निर्देश करते हैं। चुम्बक का रहस्य परमाणुओं की इस क्रमबद्धता में ही है। कच्चा लोहा सैनिकों की बिना विनयानुशासन की सेना के समान है। यदि एक बार चुम्बक के प्रभाव को दूर कर दिया जावे, तो वह अणु अपने अपने स्थान से हट जावेंगे। फिर उनमें कोई क्रम न रहेगा और उसकी चुम्बन-शक्ति नष्ट हो जावेगी।

इस्पात कठोर और सहन करनेवाला होता है। उसके अणु, एक बार क्रम-बद्ध हो जाने पर, फिर अपने स्थान

से नहीं हटते! इसीलिये उसकी चुम्बक-शक्ति में स्थायित्व होता है। दूसरे शब्दों में स्थायी-चुम्बक इसी प्रकार बनते हैं।

समान चीज़ें एक-दूसरे को धक्का देतीं और अ-समान मिल जाती है

यद्यपि इस अदृश्य शक्ति को काम करते हम देख नहीं पाते, तौ भी लोहे के छोटे-छोटे टुकड़ों-द्वारा उसका वास्तविक आभास पा सकते हैं। एक कागज़ के टुकड़े के नीचे एक चुम्बक रखकर तथा कागज़ पर लोहे का कुछ बुरादा छिड़कने पर पता लगेगा कि बुरादा खिंचकर चुम्बक-शक्ति की रेखाओं तथा एक मार्ग-विशेष में अपने-आपको क्रम-बद्ध कर लेता है।

इस से ज्ञात होगा कि उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव की शक्ति के बीच का रेखाएँ एक दूसरे ध्रुव को बड़ी उत्सुकता से पकड़ने के लिए प्रयत्नशील रहती हैं। न-केवल इतना ही, वरन् उस विरोध को भी देख सकते हैं, जो उत्तरीय ध्रुव दूसरे उत्तरीय ध्रुव के अथवा एक दक्षिणी ध्रुव दूसरे दक्षिणी ध्रुव के प्रति प्रदर्शित करता है। शक्ति की यह रेखाएँ स्पष्ट-रूप से प्रकट करती हैं कि 'समान' ध्रुव एक-दूसरे के प्रति विरोध और अ-समान ध्रुव एक-दूसरे के प्रति आकर्षण का भाव रखते हैं। वास्तव में चुम्बक-शक्ति [illegible] नियम का ही पालन करती है।

पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुव

स्वयं पृथ्वी एक बड़ी भारी गेंद के आकार का चुम्बक (मैगनेट) है। इसके दो किनारे हैं—विरोधी चुम्बक-शक्ति-युक्त। यह 'मैगनेटिक पोल्स' कहलाते हैं। मानो वह एक नारंगी है, जिसमें गूदे का धागा ठीक अन्दर से बीचों-बीच होकर जाता है। वह गूदा ही वास्तविक चुम्बक का स्थानीय है। जहाँ इसे गूदे का प्रारम्भ तथा अन्त होता है, वहीं क्रमशः उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव है। उन्हीं ध्रुवों से चुम्बक-शक्ति का बड़ा भारी क्षेत्र, सारी नारंगी के छिलके पर फैल जाता है। पृथ्वी के विषय में उसका यह अभिप्राय है कि शक्ति की रेखायें उत्तरी-ध्रुव-प्रदेश से दक्षिणी-ध्रुव तक फैली हुई हैं। पृथ्वी का पूरे-का-पूरा तल (Surface), चुम्बकीय क्षेत्र का एक ऐसा वस्त्र पहिने हुए है, जिसको किसी भी स्थान पर नापा जा सकता है। उस शक्ति का क़ुतुबनुमा की सुई पर ऐसा प्रभाव होता है कि उसका उत्तरी-ध्रुव उस गूदे के ऊपरी भाग को और दक्षिणी ध्रुव नीचे के भाग को सदा बतलाता रहता है।

इस विषय में पृथ्वी के साथ कुछ थोड़ी ग़ल्ती होगई है। इसके चुम्बकीय ध्रुव अथवा 'मैगनेटिक पोल्स' बिल्कुल वही नहीं है, जो वास्तविक उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव हैं। क़ुतुबनुमा की सुई वास्तविक उत्तर को नहीं बतलाती, वरन्

चुम्बकीय (Magnetic) उत्तर को बतलाती है। इसी प्रकार चुम्बक की सुई के बतलाये हुए मार्ग पर चलनेवाला जहाज बिल्कुल ठीक दशा में नहीं जाता। इस अन्तर का हिसाब जहाजवाले को अवश्य लगा लेना चाहिए। उस हिसाब लगाने को 'अन्तर निकालना' (Variation) अथवा प्रायः 'छांड़ना' (Declination) कहते हैं।

इस अन्तर निकालने की एक आश्चर्यजनक विशेषता यह है कि यह प्रति-दिन अथवा प्रति घण्टे पर बदलता रहता है। पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुवों का स्थान थोड़ा-थोड़ा दैनिक बदलता रहता है। मानों पृथ्वी-भर की यह असीम शक्ति, अपने बड़े भारी जेलखाने में, बेचैनी से इधर-उधर हेरी-फेरी कर रही है। उत्तरी और दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुवों के स्थान में इस दैनिक परिवर्तन के साथ-साथ एक परिवर्तन और भी होता है। यह बहुत धीरे-धीरे और प्रति वर्ष एक निश्चित ढंग पर होता है। इसको 'कुण्डलाकार परिवर्तन' (Annular-change) कहते हैं। इस प्रकार का दूसरा परिवर्तन कई शताब्दियों बाद होगा। सन् १५८० में चुम्बकीय-उत्तर (Magnetic-North) वास्तविक उत्तर के ११ अंश (Degrees) से भी अधिक पूर्व को था। यह लंदन की एक क़ुतुबनुमा की सुई ने बतलाया था। सन् १८०० में यह २४ अंश से भी अधिक पश्चिम की ओर था। सन् १९२० में यह फिर वास्तविक उत्तर से १६

अंश के अन्दर-अन्दर आगया था। चुम्बकीय ध्रुवों के स्थान-परिवर्तन के इस क्रमिक चक्र को पूरा होने में ४७० वर्ष लगते हैं।

कुतुबनुमा की सुई की दूसरी विशेषता का पता सन् १५७६ ई० में रॉबर्ट नार्मन (Robert Norman) नाम के एक अंगरेज़ मिस्त्री ने लगाया था। वह कुतुबनुमा की सुइयों को बना-बनाकर उनको चुम्बक शक्तियुक्त (Magnetise) करने से पूर्व सीधी पड़ी हुई (Horizantal) रखकर तोल लिया करता था। इस प्रकार उसने यह पता लगाया कि उस सुई को चुम्बक-शक्ति-युक्त करने पर वह सीधी नहीं पड़ी रहती थी। वरन उसका उत्तरी-ध्रुव सदा ही पृथ्वी की ओर को नीचे को झुका रहता था। बाद में यह झुकाव (Dip) के नाम से प्रसिद्ध होगया। नॉर्मन ने पता लगाया कि लंदन में झुकाव का कोण (Angle) ७० अंश के लगभग था। इसको स्वयं देख लेना बहुत सुगम है। यदि एक इस्पात की सुई को धागे में बीचोंबीच बाँधकर इस प्रकार लटकाया जावे कि मेज़ से समानान्तर पर रहे और यदि उस समय सुई को किसी प्रकार चुम्बक-शक्ति-युक्त किया जावे, तो वह बिल्कुल सीधी न लटकी रहेगी। उसका उत्तरी-ध्रुव मेज़ की ओर को झुक जावेगा। ऐसा करने में इस बात की सावधानी रखनी चाहिये कि लटकाते समय सुई की नोकें उत्तर और दक्षिण को रहें।

वास्तविक चुम्बकीय उत्तर और दक्षिण को बतलाने वाली पृथ्वी-भर के तल की रेखा को ध्रुव-निर्देशक वृत्त (Magnetic-Meredian) कहते हैं।

इस आश्चर्यजनक स्वाभाविक शक्ति की अभी तक किसी संतोषजनक व्याख्या का पता नहीं लगा है। पृथ्वी के किसी स्थान पर भी उसके चुम्बन-क्षेत्र की शक्ति निश्चय ही हल्की है; किन्तु इसकी क़ीमत असीम है, क्योंकि इसीसे समुद्रों की यात्रा सुगम हो सकी है। इसके बिना कभी भी राष्ट्रों में पारस्परिक आवागमन नहीं हो सकता था। यदि पृथ्वी की सभी चुम्बक-शक्तियाँ एक स्थान की ओर होतीं, तो क्या होता ? यदि हम चुम्बक पत्थर (Lo-destone) के एक टुकड़े की भी महत्वपूर्ण उठाने की शक्ति को देखें, तो हमको इसका थोड़ा-थोड़ा आभास हो सकता है।

कहा जाता है कि सर आइज़क न्यूटन अपनी अंगूठी में एक तीन ग्रेन के चुम्बक-पत्थर के छोटे टुकड़े को पहना करते थे। यह छोटा सा टुकड़ा अपने से २५० गुने बोझ अथवा ७४६ ग्रेन को उठा सकता था। चीन के सम्राट् ने चुम्बक-पत्थर का एक बहुत बड़ा और शक्ति-शाली टुकड़ा उपहार-स्वरूप पुर्तगाल के बादशाह के पास भेजा था। यह पौने चार मन बोझ उठा सकता था। किन्तु प्राचीन दार्शनिकों को यह पता लगाकर कितना आनन्द हुआ होगा कि

एक चुम्बक-पत्थर से इस्पात के एक टुकड़े को छुवा देने से इस्पात में जादू-की-सी शक्ति तो भर ही जाती है, साथ ही चुम्बक-पत्थर की शक्ति अणुमात्र भी कम नहीं होती। एक स्थाई घोड़े की नाल जैसे चुम्बक (Horse shoe magnet) से एक सहस्र चुम्बक बनाये जा सकते हैं और वह सब भी उसके परिमाण-स्वरूप उतने ही शक्ति-शाली बन जाते हैं। क्या यहाँ पर सतत-गति (Perpetual motion) के रहस्य के पते का सँकेत नहीं है !

पृथ्वी का चुम्बक-शक्ति रूपी कोट

सत्रहवीं शताब्दी के आरम्भ में गैलीलिओ ने चुम्बक-पत्थर-द्वारा इस्पात को चुम्बक बनाने का आविष्कार किया। बाद में क्रमशः स्वभाविक चुम्बन का स्थान कृत्रिम चुम्बक ने ले लिया। इसके ठीक बाद ही डाक्टर गिलबर्ट ने पता लगाया कि चुम्बक वास्तव में पृथ्वी के चुम्बक-क्षेत्र से ही बनाये जा सकते थे। इस प्रकार असंख्य छोटे-छोटे चुम्बक आपस में बंधे हुए हैं। सभी चुम्बकों का उत्तरी-ध्रुव एक ओर को है और दक्षिणी-ध्रुव दूसरी ओर को।

लोहे के एक टुकड़े के चारों ओर बिजली की लहर अथवा करेन्ट चलाने से वह इतनी प्रबल चुम्बक-शक्ति से युक्त हो जाता है कि वह किसी भी कृत्रिम चुम्बक की अपेक्षा कहीं भारी बोझ उठा सकता है। आजकल इस्पात के कृत्रिम-चुम्बकों का स्थान बिजली के चुम्बकों ने

पूर्ण रूप से ले लिया है। कुछ थोड़े से कार्य और समुद्री यात्री की क़ुतुबनुमा अब भी इसके अपवाद हैं।

पृथ्वी के अतिरिक्त स्वयं सूर्य भी बड़ी भारी शक्ति का एक विशाल चुम्बक है। जब कभी उसके चुम्बक-रूप में परिवर्तन होते हैं, तो पृथ्वी के चुम्बक-शक्ति के लबादे में गड़बड़ी फैल जाती है। उसमें समय-समय पर चुम्बकीय तूफ़ान आते रहते हैं। उस समय वेधशालाओं के कोमल यंत्र बहुत कुछ बिगड़ जाते हैं। जिस समय उत्तरी प्रकाश (Aurora borealis) बढ़ता है, तो चुम्बकीय तूफ़ान अधिक आते हैं। यंत्रों-द्वारा इन तूफ़ानों का प्रभाव देखा जा सकता है। यह यंत्र प्रति घंटे, झुकाव के कोण को बतलाते रहते हैं।

चुम्बकीय तूफ़ान में सुई पर क्या बीतती है

सावधानी से तुली हुई एक चुम्बक की सुई किसी ऐसे स्थान पर रखी हुई है कि उस पर एक छोटा दर्पण लगा हुआ है। इस दर्पण से प्रकाश का एक धब्बा एक चलती हुई फोटो के फ़िल्म पर प्रतिबिम्बित होता है, जो निश्चित गति से घड़ी के समान काम करने वाली एक छोटी मोटर से चलता है।

जब तक वह सुई स्थिर रहेगी, प्रकाश का धब्बा भी शान्त रहेगा और जब फ़िल्म विकसित होगी, तो फ़ोटो में पूर्ण सरल रेखा दिखलाई देगी। चुम्बकीय तूफ़ान में सुई

का झुकाव बदल जायेगा, और सुई चुम्बकीय-वृत्त (Magnetic meridian) के इधर-उधर हटेगी । तब फ़ोटो में सरल-रेखा के स्थान पर टेढ़ी-तिर्छी लकीरें—दर्पण प्रकाश की अस्थिरता के अनुपात में आएँगी । इस प्रकार सुई के झुकाव का एक छोटे-से-छोटा परिवर्तन तथा सभी चुम्बकीय-तूफ़ानों के प्रभावों का हिसाब पा सकते हैं ।

सूर्य-तल पर गड़बड़ होने से पृथ्वी की चुम्बक-शक्ति में भी गड़बड़ होती है । वास्तव में इन छोटे-छोटे तूफ़ानों से तीन-चार दिन बाद ही आनेवाले भारी तूफ़ान की सूचना मिलती है । जब-जब सूर्य में बड़े-बड़े धब्बे देखने में आते हैं, तब-तब यह तूफ़ान हमेशा आते हैं और बड़ी कठिनता से आते हैं ।

उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों में, विशेषकर गर्मियों में, दिखलाई देनेवाले आश्चर्यजनक प्रकाश का भी सूर्य के धब्बों और उनके चुम्बक-तूफ़ानों से बड़ा घनिष्ठ सम्बन्ध है ।

वर्तमान विज्ञान के इतना अधिक उन्नति कर लेने पर भी स्वाभाविक चुम्बक-शक्ति और उसके द्वारा किये हुए कार्यों के विषय में कुछ भी ज्ञात नहीं हो सका । परमाणु में विद्युत् अंश होते हैं, जो बड़े भारी वेग से कुण्डलाकार मार्ग में घूम रहे हैं और अपने छोटे-छोटे लोकों में अपने ही चुम्बकीय क्षेत्र का निर्माण कर रहे हैं,—इसका भी अभी, इसी शताब्दि में, पता लगा है ।

चौथा अध्याय

(बिजली की लहर)

अठारहवीं शताब्दि के अन्त में बिजली के सम्बन्ध में नये-नये आविष्कारों के साथ ऐसा समय आरम्भ हुआ, जिसने संसार-भर में क्रान्ति मचा दी।

रगड़ से उत्पन्न हुई—स्टैटिक (Static) बिजली के विषय में बहुत कम कार्य किया गया। इसी समय एक नई बिजली का आविष्कार किया गया, जिसका प्रभाव अब तक की पता लगी हुई बिजली से कहीं अधिक था।

इस आविष्कार के साथ दो बड़े वैज्ञानिकों-वोल्टा (Volta) और गैलवनी (Galvani) का नाम सदा स्मरण किया जावेगा। आज इस नयी शक्ति का नाम ही वोल्टाइक अथवा गैलवैनिक बिजली पड़ गया है।

वह तार के अन्दर से करण्ट के रूप में बहती है और तार को उस आश्चर्य-जनक शक्ति से भर देती है, जिससे सहस्रों ढँग पर काम लिया जा सकता है।

सन् १७६० में बोलोगना (Bologna) के प्रसिद्ध डॉक्टर लुइगी गैलवनी (Luigi Galvani) ने अपनी रोगिणी पत्नी के वास्ते शोरबा बनाने के लिए कुछ मेंढकों की खाल उतारी। इनमें से एक मेंढक की टाँग संयोग-वश उस चाकू से छू गई, जो बिजली की एक मशीन के पास रखा हुआ था। वह टाँग बिजली से भर कर, फुदकती हुई दिखलाई देने लगी। दूसरे मेंढक भी, जो ताम्बे के हुकों में लगे हुए लोहे के जङ्गले से रुके हुए थे, जङ्गले से छू जाने पर उसी प्रकार उछलते थे। इस रहस्य के उद्घाटन से बिजली की करेण्ट का आविष्कार हुआ। यह बिजली का एक विशेष रूप था; जो दो अ-समान धातुओं की क्रिया से उत्पन्न होता था।

सन् १८०० में वोल्टा ने दो विभिन्न धातुओं से काम लेकर बिजली की प्रथम बैटरी बनाई। इसकी दोनों धातुएँ, भीगे कपड़े जैसे छेद-दार पदार्थ-द्वारा पृथक् की हुई थीं। टीन, चाँदी अथवा ताम्बे के चकरों से क्रमशः काम लेकर, वह उनको गीली वस्तु के द्वारा पृथक् कर देता था—इस प्रकार वोल्टा ने उस वस्तु को उत्पन्न किया, जिसको बाद में वोल्टा की बिजली (Volta's Pile) कहा गया। वोल्टा ने अपने आविष्कार का वर्णन सब से प्रथम अपने एक पत्र में किया था, जो उन्होंने लन्दन की रॉयल सोसायटी के प्रधान को लिखा था।

बैटरी के रहस्य का पता लग गया और उससे बिजली का अभी तक अचिंत्य परिमाण लेकर काम लिया जाने लगा।

थोड़ा तेजाब मिले हुए पानी के कई-कई गिलासों से काम लिया गया। प्रत्येक गिलास में जस्ते और ताँबे के तार डूबे रहते थे। एक जस्ते के जोड़े का का तार दूसरे के ताँबे के तार से मिला होता था। इसी प्रकार सब गिलासों में था। वोल्टा ने एक "प्यालों का मुकुट" (Crown of Cups) निकाला, जिससे बड़ी भारी शक्ति की करेंट प्राप्त की गई। वोल्टा ने सिद्ध कर दिया कि जिस बिजली को उसने इस रसायनिक ढँग से प्राप्त किया, वह बिल्कुल उसी प्रकार की है, जिस प्रकार की पहिले रगड़ से प्राप्त की जाती थी। यद्यपि वह पैविया (Pavia) के विश्व-विद्यालय में प्रोफेसर था, वोल्टा ने इस बात को स्वीकार किया कि ऐसे अन्य कई विद्वान् हैं, जो इस विज्ञान में उस की अपेक्षा अधिक उन्नति कर सकते थे। इसीसे उसने अपने जीवन के अन्तिम पच्चीस वर्षों में विद्युत सम्बन्धी आविष्कारों के लिये कोई प्रयत्न नहीं किया।

आज पाश्चात्य देशों में सम्भवतः कोई घर ऐसा नहीं है, जिस की अपनी बैटरी न हो—बिजली की घंटियों को बजाने, जेबी-लैम्पों को जलाने, तथा ऐसे ही अन्य अनेक दूसरे कामों में कामों के लिये।

एक धातु से दूसरी में पानी के समान बहने वाली महत्वपूर्ण शक्ति

वोल्टा ने पता लगाया कि जब किन्हीं दो विभिन्न धातुओं को एक दूसरे से छुवाया जाता है, तो उनमें से एक तुरन्त ही दूसरी से भिन्न प्रकार की दशा धारण कर लेती है। यदि तेज़ाब से भरे किसी बर्तन में दो विभिन्न धातुएं डाली जावें, तो एक धातु दूसरी की अपेक्षा बिजली से अधिक भर जावेगी। इस दशा के लिये पोटेंशियल (Potential) अथवा संभावित. शब्द दिया गया है। वैटरी का रहस्य यही है कि यदि दो धातुओं को प्रवाहक अथवा कंडक्टर तार से मिलाया जाये, तो एक धातु से दूसरी की अपेक्षा अधिक शक्ति वाली बिजली की करेंट निकलेगी।

बुनसेन (Bunsen) नाम के प्रसिद्ध रसायनशास्त्री ने एक अत्यन्त शक्तिशाली तर-बैटरी का आविष्कार किया। गन्धक के तेज़ाब से भरे हुए एक घड़े में जस्ते का बेलन डूबा रहता था। बेलन के अन्दर मिट्टी का एक खुरदरा बर्तन रखा रहता है, जिसमें से होकर गैसें जा सकें। उस बर्तन में शोरे के तेज़ाब में 'कार्बन-रॉड' पड़ा होता है। बैटरी बनाने योग्य ऐसे तीन या चार सैल्स को मिलाने से इतनी बिजली उत्पन्न हो जावेगी कि उससे सीने की

मैशीन का मोटर चलाया जा सकता है, अथवा छः से आठ कैंडिल* पॉवर का लैम्प जलाया जा सकता है। बुनसेन की बीस सेलों की बैटरी से एक 'आर्क-लैम्प' को जलाया जा सकता है। यहाँ से बिजली की शक्ति का युग प्रारम्भ होता है।

मिश्रणों को तोड़कर तत्व बनाने वाली शक्ति

वोलटाइक अथवा गालवैनिक बिजली के आविष्कार का वास्तविक महत्व यह था कि इस से मनुष्य को एक ऐसी नई शक्ति मिल गई, जिससे उसने एक-एक करके अनेक ऐसे आविष्कार कर डाले। जिस वर्ष वोल्टा ने अपनी बिजली को बनाया था, कारलिस्ले (Carlisle) और निकॉलसन (Nicholsan) नाम के दो अंग्रेजों ने यह आविष्कार किया कि वोल्टा की बिजली जिस नई करेंट को उत्पन्न करती है, उसमें प्रकृति के बन्धनों को तोड़ने की अद्भुत शक्ति भी है। उन्होंने पानी से हाईड्रोजेन (Hydrogen) और ऑक्सीजन (Oxygen) निकालकर दिखलाया।

कुछ वर्षों के पश्चात् सर हम्फ्री डेवी (Sir Humphry Davy) ने पता लगाया कि वोल्टाइक करेंट,

---

* बिजली की बत्तियों में रोशनी के परिमाण की अपेक्षा पृथक्-पृथक् शक्ति की बत्ती होती हैं, जिनकी इकाई कैंडिल

अन्य अनेक पदार्थों का भी, मौलिक तत्वों के रूप में, विश्लेषण कर सकती है। जो कार्य अभी तक केवल अग्नि ही करती थी, बिजली की करेंट वह सब, और उससे भी अधिक, करने लगी। इस समय विज्ञान ने एक नए युग में प्रवेश किया था।

इसके पश्चात् सन् १८२० ई० में वह आविष्कार हुआ, जो अब तक के विद्युत्-सम्बन्धी आविष्कारों में सब से बड़ा था। उस आविष्कार-द्वारा डाइनेमो, मोटर, टेलीफ़ोन, टेलीग्राफ़ और वर्तमान संसार के सभी आश्चर्यों का अस्तित्व सम्भव हुआ। हैन्स क्रिश्चियन ओएर्स्टेड (Hans Christian Oersted) नाम के डेनमार्क के विश्व-विख्यात वैज्ञानिक ने पता लगाया कि यदि किसी वोल्टाइक बैटरी से निकली हुई करेंट का एक तार में से चलाया जावे, तो तार के चारों ओर कुछ नई और रहस्य-पूर्ण शक्ति उत्पन्न हो जावेगी और वह क़ुतुबनुमा की सुई को भी घुमावेगी।

यह बहुत दिनों से विचार किया जा रहा था कि चुम्बक-शक्ति और बिजली में कुछ सम्बन्ध अवश्य होना चाहिए। इन दोनों शक्तियों के वास्तविक सम्बन्ध और उसके प्रकार का पता लगाना कोपेनहेगेन (डेनमार्क की राजधानी) के ओएर्स्टेड के लिए छोड़ दिया गया।

प्रकृति की कोई वस्तु बिना परिवर्तन के नहीं मिलती

यदि ताँबे के तार की गोल रस्सी को पेंसिल के चारों

ओर घुमाया जावे और उस रस्सी के लच्छे अथवा 'कोएल' (Coil) के दोनों किनारों को बैटरी के दोनों 'ध्रुवों' (Poles) से मिला दिया जावे, तो 'कोएल' के अन्दर से जानेवाली बिजली के करेंट का मार्ग उसको मैगनेट अथवा चुम्बक बना देता है। 'कोएल' में चुम्बक शक्ति (Magnetic Power) होती है, उसका किनारा मैगनेट अथवा चुम्बक के उत्तरी-ध्रुव के समान कार्य करेगा और दूसरा किनारा दक्षिणी-ध्रुव के समान। जब तक 'कोएल' से करेंट गुज़रती रहेगी, वह बिजली का मैगनेट बना रहेगा। कोएल के अन्दर एक लोहे की छड़ को रक्खा जावे, तो वह लोहा भी चुम्बक-शक्ति-युक्त हो जावेगा।

घोड़े की नाल जितना बड़ा चुम्बक, 'बुनसेन सेल्स' (Bunsen Cells) की करेंट से शक्ति-सम्पन्न हो जाने पर, इतना शक्ति-शाली हो जाता है कि कोयले से भरी लोहे की टोकरी को उठा सकता है।

प्रकृति-भर का यही अनुभव है कि लागत लगाए बिना कुछ नहीं मिल सकता। बिजली की बैटरी में भी यही सिद्धान्त काम करता है, बैटरी सदा करेंट ही उत्पन्न नहीं करती, उसमें एक विनाशात्मक कार्य भी होता रहता है।

स्वयं भी एक कौतुक-पूर्ण संसार है, जिसमें सब रहती हैं। 'डेनियल

सेल' (Daniell's Cell) में इसका एक अच्छा उदाहरण मिलेगा। अपने टिकाऊपन के कारण ही टेलीग्राफ में इससे बहुत काम लिया जाता है। यहाँ हम 'नीलाथोथा' के घोल में ताँबे के एक पत्तर अथवा बेलन (Cylinder) को खड़ा करते हैं और छेददार बर्तन में 'जिंक-सल्फेट' (Sulphate of Zinc) के घोल अथवा पानी-मिले गन्धक के तेज़ाब (Sulphuric Acid) में जस्ते का दण्डा खड़ा करते हैं। ज्योंही ताँबे और जस्ते के पत्तरों को तार-द्वारा जोड़ा जाता है, बैटरी के अन्दर की प्रत्येक वस्तु काम करने लगती है।

इसकी प्रक्रिया के सम्बन्ध में जानने के लिये 'ओएन' (Ion) नामक वस्तु को समझना होगा। रसायन-विज्ञान बतलाता है कि सब पदार्थ अणुओं (Molecules) से बनते हैं, और प्रत्येक अणु उन परमाणुओं (Atoms) की सुगम-से-सुगम रचना है, जो स्वतन्त्र दशा में भी रह सकते हैं। नमक के एक अणु (Molecule) में एक परमाणु (Atom) सोडियम (Sodium) और एक परमाणु क्लोरीन (Chlorinec) का होता है; किन्तु नमक-घुले हुए पानी में बिजली की करेण्ट छोड़ी जावे, तो धीरे-धीरे यह अणु पृथक् हो जावेंगे। सोडियम के प्रत्येक 'ओएन' में पॉज़ीटिव और क्लोरीन के प्रत्येक 'ओएन' में नेगेटिव बिजली का प्रवाह होगा। सोडियम के

ओर घुमाया जावे और उस रस्सी के लच्छे अथवा 'कोएल' (Coil) के दोनों किनारों को बैटरी के दोनों 'ध्रुवों' (Poles) से मिला दिया जावे, तो 'कोएल' के अन्दर से जानेवाली बिजली के करेंट का मार्ग उसको मैगनेट अथवा चुम्बक बना देता है। 'कोएल' में चुम्बक शक्ति (Magnetic Power) होती है, उसका किनारा मैगनेट अथवा चुम्बक के उत्तरी-ध्रुव के समान कार्य करेगा और दूसरा किनारा दक्षिणी-ध्रुव के समान। जब तक 'कोएल' से करेंट गुज़रती रहेगी, वह बिजली का मैगनेट बना रहेगा। कोएल के अन्दर एक लोहे की छड़ को रक्खा जावे, तो वह लोहा भी चुम्बक-शक्ति-युक्त हो जावेगा।

घोड़े की नाल जितना बड़ा चुम्बक, 'बुनसेन सेल्स' (Bunsen Cells) की करेंट से शक्ति-सम्पन्न हो जाने पर, इतना शक्ति-शाली हो जाता है कि कोयले से भरी लोहे की टोकरी को उठा सकता है।

प्रकृति-भर का यही अनुभव है कि लागत लगाए बिना कुछ नहीं मिल सकता। बिजली की बैटरी में भी यही सिद्धान्त काम करता है, बैटरी सदा करेंट ही उत्पन्न नहीं करती, उसमें एक विनाशात्मक कार्य भी होता रहता है! बैटरी स्वयं भी एक कौतुक-पूर्ण संसार है, जिसमें सब प्रकार की कौतुक-पूर्ण घटनाएँ होती रहती हैं। 'डेनियल

सेल' (Daniell's Cell) में इसका एक अच्छा उदाहरण मिलेगा। अपने टिकाऊपन के कारण ही टेलीग्राफ़ में इससे बहुत काम लिया जाता है। यहाँ हम 'नीलाथोथा' के घोल में ताँबे के एक पत्तर अथवा बेलन (Cylinder) को खड़ा करते हैं और छेददार बर्तन में 'ज़िंक-सल्फ़ेट' (Sulphate of Zinc) के घोल अथवा पानी-मिले गन्धक के तेज़ाब (Sulphuric Acid) में जस्ते का का दण्डा खड़ा करते हैं। ज्योंही ताँबे और जस्ते के पत्तरों को तार-द्वारा जोड़ा जाता है, बैटरी के अन्दर की प्रत्येक वस्तु काम करने लगती है।

इसकी प्रक्रिया के सम्बन्ध में जानने के लिये 'ओएन' (Ion) नामक वस्तु को समझना होगा। रसायन-विज्ञान बतलाता है कि सब पदार्थ अणुओं (Molecules) से बनते हैं, और प्रत्येक अणु उन परमाणुओं (Atoms) की सुगम-से-सुगम रचना है, जो स्वतन्त्र दशा में भी रह सकते हैं। नमक के एक अणु (Molecule) में एक परमाणु (Atom) सोडियम (Sodium) और एक परमाणु क्लोरीन (Chlorinec) का होता है; किन्तु नमक-घुले हुए पानी में बिजली की करेण्ट छोड़ी जावे, तो धीरे-धीरे यह अणु पृथक् हो जावेंगे। सोडियम के प्रत्येक 'ओएन' में पॉज़ीटिव और क्लोरीन के प्रत्येक 'ओएन' में नेगेटिव बिजली का प्रवाह होगा। सोडियम के

'ओएन' क्रमशः पानी के अन्दर 'नोगेटिव-ध्रुवों' की ओर जावेंगे और उतनी ही क्लोरीन के 'ओएन' 'पॉज़ीटिव-पोलों' की ओर जावेंगे। यह क्रम तब तक चलता रहेगा, जब तक सब नमक समाप्त न हो जावेगा।

बिजली द्वारा पानी में से 'हाईड्रोजेन' और 'ओषजन' पृथक् किये जाने की प्रक्रिया, 'ओएन' के साथ-साथ प्रत्येक बैटरी में किसी-न-किसी रूप में होती रहती है। 'डेनियल-सेल' की प्रक्रिया से पता चलता है कि जस्ते के 'ओएन' के स्वतन्त्र हाने के साथ-साथ जस्ते का दण्डा ख़तम हो जाता है। जस्ते के यह 'ओइन' छेददार बर्तन की ओर जाते हैं। बाहर के बर्तन में नीलाथोथा ताम्बे के 'ओएन के रूप में परिवर्तित हो रहा है। ताम्बे के 'ओएन' ताम्बे के पत्तर के पास जाते हैं और ठोस धातु ताम्बे का रूप धारण कर लेते हैं। वास्तव में वह ताम्बा बनाते हैं और ताम्बे के पत्तर के बोझ को बढ़ाते हैं। अब नीला थोथा के ताम्बे के रूप परिवर्तित 'ओएन' विरुद्ध दिशा में छेददार बर्तन को ओर जाते हैं, यहाँ वह जस्ते के 'ओएन' से मिलते

के ओएन उत्पन्न करना आरम्भ कर देती है और क्रमशः एक अवस्था ऐसी आ जाती है, जब उसकी शक्ति क्षीण होते-होते समाप्त हो जाती है।

सम्भवतः सब से अधिक काम में लायी जानेवाली और उपयोगी 'लेक्लान्शे' (Leclaunche) बैटरी है। इससे बिजली की घंटियों को बजाने और बिजली के जेबी लैम्पों को जलाने का काम लिया जाता है।

बिजली-प्रतिरोध और उसकी उष्णता की दो बड़ी घटनाएँ

बिजली-द्वारा उत्पन्न हुई शक्ति से, बिजली की करेंट को शक्ति को नापना सम्भव होगया। करेंट को नापने वाले यन्त्रों का भी आविष्कार किया गया। जिस प्रकार एक मैगनेट (चुम्बक) के पास रखा हुआ लोहे का टुकड़ा स्वयं भी मैगनेट होजाता है, उसी प्रकार यह पता लगा कि तार के एक 'कोएल' में प्रवाहित करेंट, पास में रखे हुए तार के दूसरे 'कोएल' में भी चली जावेगी।

दो बड़ी बातों का और भी पता लगा। एक तो यह कि कुछ धातुएँ दूसरी धातुओं की अपेक्षा अधिक अच्छी प्रवाहक हैं और दूसरा यह कि बिजली की करेंट का प्रवाह तार को उष्ण कर देता है। ओहम (Ohm) नाम के विद्वान् ने पता लगाया कि एक प्रवाहक (Conductor)

'ओएन' क्रमशः पानी के अन्दर 'नोगेटिव-ध्रुवों' की ओर जावेंगे और उतनी ही क्लोरीन के 'ओएन' 'पॉज़ीटिव-पोलों' की ओर जावेंगे। यह क्रम तब तक चलता रहेगा, जब तक सब नमक समाप्त न हो जावेगा।

बिजली द्वारा पानी में से 'हाईड्रोजेन' और 'ओषजन' पृथक् किये जाने की प्रक्रिया, 'ओएन' के साथ-साथ प्रत्येक बैटरी में किसी-न-किसी रूप में होती रहती है। 'डैनियल-सेल' की प्रक्रिया से पता चलता है कि जस्ते के 'ओएन' के स्वतन्त्र हाने के साथ-साथ जस्ते का दण्डा खतम हो जाता है। जस्ते के यह 'ओइन' छेददार बर्तन की ओर जाते हैं। बाहर के बर्तन में नीलाथोथा ताम्बे के 'ओएन के रूप में परिवर्तित हो रहा है। ताम्बे के 'ओएन' ताम्बे के पत्तर के पास जाते हैं और ठोस धातु ताम्बे का रूप धारण कर लेते हैं। वास्तव में वह ताम्बा बनाते हैं और ताम्बे के पत्तर के बोझ को बढ़ाते हैं। अब नीला थोथा के ताम्बे के रूप परिवर्तित 'ओएन' विरुद्ध दिशा में छेददार बर्तन को ओर जाते हैं, यहाँ वह जस्ते के 'ओएन' से मिलते है। और अधिक 'ज़िंक-सफ़लेट' उत्पन्न करते हैं।

यात्रा करने वाले 'ओएन' का यह व्यस्त-संसार प्रत्येक बैटरी में है। प्रत्येक बार, जेबी लैम्प का स्विच, बटन या चाबी दबाते ही प्रकाश की किरण देनेवाली भी छोटी-सी बैटरी 'अमोनियम' (Ammonium) और 'क्लोरीन'

के ओएन उत्पन्न करना आरम्भ कर देती है और क्रमशः एक अवस्था ऐसी आ जाती है, जब उसकी शक्ति क्षीण होते-होते समाप्त हो जाती है।

सम्भवतः सब से अधिक काम में लायी जानेवाली और उपयोगी 'लेक्लान्शे' (Leclaunche) बैटरी है। इससे बिजली की घंटियों को बजाने और बिजली के जेबी लैम्पों को जलाने का काम लिया जाता है।

बिजली-प्रतिरोध और उसकी उष्णता की दो बड़ी घटनाएँ

बिजली-द्वारा उत्पन्न हुई शक्ति से, बिजली की करेंट को शक्ति को नापना सम्भव होगया। करेंट को नापने वाले यन्त्रों का भी आविष्कार किया गया। जिस प्रकार एक मैगनेट (चुम्बक) के पास रखा हुआ लोहे का टुकड़ा स्वयं भी मैगनेट होजाता है, उसी प्रकार यह पता लगा कि तार के एक 'कोएल' में प्रवाहित करेंट, पास में रखे हुए तार के दूसरे 'कोएल' में भी चली जावेगी।

दो बड़ी बातों का और भी पता लगा। एक तो यह कि कुछ धातुएँ दूसरी धातुओं की अपेक्षा अधिक अच्छी प्रवाहक हैं और दूसरा यह कि बिजली की करेंट का प्रवाह, तार को उष्ण कर देता है। ओहम (Ohm) नाम के विद्वान् ने पता लगाया कि एक प्रवाहक (Conductor)

में से जानेवाली करेंट का परिमाण बिल्कुल ही उस 'प्रवाहक' की बाधा (Resistence) पर निर्भर है। उसके पश्चात् बाद में इस रुकावट की शक्ति को उन इकाइयों (Units) में नापा गया, जिनको अपने आविष्कारक के नाम के अनुसार 'ओहम' नाम दिया गया।

यह वास्तविक घटना है कि अधिक बाधा की वस्तुएँ उष्णता उत्पन्न करनेवाली करेंट निकालती हैं, और आज हम भारी बाधा करनेवाली वस्तुओं में से बिजली को प्रवाहित करते हुए घर, चूल्हे अथवा अंगीठी को उष्ण कर सकते हैं। एक दिन आवेगा, जब उष्णता के लिये कोयले और गैस से काम नहीं लिया जावेगा। आज कोयले से वाष्प बनाने का काम लिया जाता है। वाष्प के एंजिन उन मशीनों को चलाते हैं, जो बिजली उत्पन्न करती हैं, और बिजली की करेंट को बाधा करनेवाली धातुओं के तार में लेजाकर उष्णता के रूप में परिवर्तित कर देते हैं। परिणाम-स्वरूप बड़ी भारी उष्णता उत्पन्न होती है। यह पहले से ही बड़े भारी परिमाण में किया जारहा है। किन्तु यह सामान्य नियम इस समय के लिए ही है। भविष्य के लिए नहीं है; वरन् उस समय के लिए है, जब विज्ञान लकड़ियों को शक्ति के रूप में बदलने के वर्तमान ख़र्चीले तरीक़ों पर विजय प्राप्त कर लेगा।

शासन करने आरम्भ करने और रोकी जाने योग्य रहस्य-पूर्ण शक्ति

एक चुम्बक पर बिजली की करेन्ट के प्रभाव से संसार पर शासन करने वाली इस नई शक्ति की ताक़त को नापने के लिए प्रथम साधन प्राप्त करने का मार्ग मिला। अब राष्ट्र का प्रत्येक व्यक्ति, बिजली को एक वास्तविक विज्ञान बना देने के काम में, जुट गया। किन्तु बहुत वर्षों तक इसके वास्तविक स्वभाव को नहीं समझा जा सका और बिजली को वह रहस्यपूर्ण द्रव-पदार्थ ही समझा जाता रहा, जो अपने प्रवाहक तारों के अन्दर और संभवतः चारों ओर चलती थी।

तौ भी समस्त संसार की उत्सुकता बढ़ गई। यह एक ऐसी शक्ति थी, जो अ-समान धातुओं की क्रिया से उत्पन्न तथा रासायनिक तरल से उत्तेजित होकर प्रकाश और उष्णता उत्पन्न करती, चुम्बक-शक्ति को बनाती और पुद्गल तथा दूसरे पदार्थों का विश्लेषण (decompose) करके उनके वही मौलिक तत्व बना देती थी, जिनसे कि वह स्वयं बने थे। नई शक्ति पर शासन किया जा सकता था, प्रवाहकों-द्वारा वह किसी भी स्थान पर ले जाई जा सकती थी और वहाँ उससे काम लिया जा सकता था। केवल यही पता नहीं लगा कि बिजली किस प्रकार 'चुम्बक-

शक्ति' को उत्पन्न करती है, वरन् यह भी पता लग गया कि किस प्रकार 'मैगनेटिक पॉवर' भी बिजली उत्पन्न कर सकती है। फिर 'डाइनेमो' (Dynamo) का विकास हुआ। आज यह मशीन हमारे लिये वह सब बिजली उत्पन्न कर देती है, जो हम वाष्प और तेल के एंजिन की मशीनों की शक्तियों और जल-प्रपात से लेते थे।

सहस्रों मील भेजी जाने योग्य शक्ति

अपने चुम्बकीय प्रभावों के बिना वोलटाइक बैटरी का उपयोग बहुत परिमित होता। चाहे अब वह आश्चर्य-जनक रूप से कितनी ही परिष्कृत क्यों न होगई हो, किन्तु दोनों शक्तियों के इस महत्वपूर्ण सम्बन्ध ने—जो सहस्रों वर्ष पूर्व से मनुष्य को पृथक्-पृथक् रूप में विदित थी—आज मनुष्य को इस योग्य बना दिया है कि वह शक्ति को घोड़े के समान जोत सके। मनुष्य को अब उन साधनों का भी पता चल गया है, जिनकी सहायता से वह इस शक्ति को आवश्यकता तथा अपने उपयोग के अनुसार जहाँ चाहे ले जाये।

पाँचवाँ अध्याय

डाइनेमो की कहानी

मकानों को प्रकाशित करने, ट्राम-गाड़ियों को चलाने और नगर के लाखों व्यक्तियों की आवश्यकताओं की पूर्ति करने के लिए बनाई जाने वाली बिजली के भारी परिमाण में बनाने की एक बड़ी भारी कहानी है। महारानी एलीज़बैथ के डाक्टर गिल्बर्ट के बाद के बड़े-बड़े वैज्ञानिकों के ज्ञान और आविष्कारों को एकत्रित करने से ही यह सबसंभव हो सका है। वॉन ग्वेरिक की चमकते हुए गंधक की गेंदों वाले आरम्भिक विद्युत्प्रकाश से लेकर वर्तमान समय के सड़कों की दूकानों को प्रकाशित करने वाले हाफ़वाट लैम्पों में उतना ही अन्तर है, जितना कि पृथ्वी के ध्रुवों में। थोड़ा-थोड़ा करके एक आविष्कार के बाद दूसरा होता गया—यहाँ तक कि आज हम चाहे जिस स्थान में और चाहे जितनी, अधिक-से-अधिक अथवा कम-से-कम, बिजली लगा सकते हैं।

इस करेंट को उत्पन्न करनेवाली मशीन को 'डाइनेमो' कहते हैं। 'डाइनेमो' का भेद बिलकुल सीधा-सादा है। यदि तारों के 'कोएल' को बिजली की बैटरी के ध्रुवों (Poles) में लगा दें, तो वह 'कोएल' चुम्बक के समान काम करेगा; क्योंकि करेंट चुम्बकीय-क्षेत्र उत्पन्न करती है। यदि ऐसे 'कोएल' को चुम्बकीय-क्षेत्र में घुमाया जावे, तो 'कोएल' में बिजली की करेंट उत्पन्न हो जावेगी। 'डाइनेमो' इसके अतिरिक्त और कुछ नहीं है कि तार की बहुत-सी 'कोएल्स' को एक शक्ति-शाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच में से निकाला जाता है और ज्यों ही वह उसके द्वारा फेंके हुए वेग की रेखाओं को काटते हैं, तो बिजली की करेंट उत्पन्न हो जाती है। फिर बिजली की इस करेंट को एकत्रित कर लिया जाता है।

यह बात समझ लेने की है कि जब 'कोएल' को चुम्बकीय-क्षेत्र में घुमाया जाता है, तो मैगनेट और 'कोएल' को कुछ निश्चित नियमों का पालन करना पड़ता है। 'कोएल' के घूमने की दिशा और उसके मैगनेट के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों के सम्बन्ध के अनुसार करेंट एक निश्चित दिशा में ही चलेगी। जब एक 'कोएल' (लच्छी) आधे वृत्त में घूम जाता है, तो वह उलटा लौटता है। अतः बाक़ी आधे चक्कर में उत्पन्न हुई करेंट उल्टे मार्ग में चलेगी। इस प्रकार 'डाइनेमो' के सबसे सादे रूप में करेंट प्रत्येक चक्कर

में दो बार अपनी दिशा बदलती है। ऐसी करेंट को क्रमिक अथवा 'आलटर्नेटिंग' करेंट कहते हैं। वर्तमान 'डाइनेमो' में 'कोएल्स' के क्रम को 'आरमेच्योर' कहते हैं। यह 'आरमेच्योर' इस प्रकार से बनाया जाता है कि करेंट को एकत्रित करनेवाले 'ब्रुश' या तो आलटर्नेटिंग अथवा सीधी करेंट उत्पन्न करेंगे।

यह दोनों प्रकार की करेंट बड़ी महत्वपूर्ण हैं। बड़े भारी 'ऐक्यूमूलेटरों' (बिजली की शक्ति को एकत्रित करने का यन्त्र) में बिजली भरने के लिये 'डायरेक्ट' अथवा सीधी करेंट अत्यन्त आवश्यक है। इसके विरुद्ध 'आलटर्नेटिंग' अथवा क्रमिक करेंट बहुत दूर तक बिजली को ले जाने के लिये अत्यन्त उपयुक्त होती है।

एक तालाब से नल के द्वारा बहुत दूर पानी पहुँचाना है। इसके लिये आवश्यक है कि जिस स्थान पर पानी पहुँचाना है, उससे तालाव ऊँचे स्थान पर रहे। तालाव को जितना ही ऊपर उठाया जा सकेगा, पानी का दबाव उतना ही अधिक होगा। नल के अन्दर पानी पहुँचने के वेग का अनुपात भी इसी दबाव पर निर्भर है।

डाइनेमो-द्वारा उत्पन्न बिजली का भयप्रद दबाव

'डाइनेमो को पानी के तालाव से और करेंट के दबाव की पानी के दबाव से तुलना कर सकते हैं। जब कि पानी यह कह कर नापा जा सकता है कि यहाँ इतने सिर पानी

है, तो बिजली यह कहकर नापी जाती है कि उसका दबाव इतने 'वोल्ट' है। बिजली के आरम्भिक दिनों में एक सौ वोल्ट की बिजली चलाना साधारण दबाव था, किन्तु इस का बहुत शीघ्र पता लग गया कि यदि बिजली को अधिक दूरी पर भेजना है. तो यह दबाव काफ़ी नहीं होगा। इसीलिये आज बिजली भेजने के लिये २००, २२०, ४०० बल्कि और अधिक वोल्ट के दबाव से काम लिया जाता है।

जब बिजली को बड़ी-बड़ी दूर पर भेजने की समस्या उपस्थित हुई, तो जलप्रपात-द्वारा बिजली की उत्पत्ति की गई। इसको सौ-सौ मील पर ले जाने की आवश्यकता हुई, तो बहुत बड़े दबाव से काम लेना पड़ा। आजकल एक लाख वोल्ट के दबाव तक की करेंट से काम लिया जाता है।

१००० वोल्ट के दबाव (Pressure) की करेंट १०० वोल्ट वाली की अपेक्षा सौ मील तक बिना हानि के क्यों जा सकती है?—इस विषय पर कुछ थोड़ा सा समय और लगाने से बिजली के विषय में बहुत कुछ सीखा जा सकेगा।

महान विद्वान् ओहम (Ohm) ने एक ऐसे शब्द का आविष्कार किया है, जो संभवतः बिजली के सब नियमों में सबसे अधिक उपयोगी है। वह यह कि जब करेंट किसी पूर्ण-मार्ग में चलती है, जिसको हम भविष्य में घेरा अथवा 'सर्केट' कहेंगे, तो बिजली का परिमाण वोल्टों की उस

संख्या के बराबर होगा, जो बाधा (Resistance) से भाग दिये जाने पर प्राप्त होगी।

बड़े-बड़े विद्युत् उत्पादकों को चलानेवाले झरने और दरिया

इन बिजली के परिमाणों की इकाइयों को तीन विद्वानों ने चलाया है। ऐमपियर, वोल्टा और ओहम। इसीलिये करेंट के नापने की इकाइयों को 'ऐम्पीयर्स,' दबाव की इकाइयों को 'वोल्ट्स' (Volts) और बाधा की इकाइयों को 'ओहम' कहते हैं। यदि एक वोल्ट के दबाव की करेंट पूरे 'सर्केट' में लेजाती है, जिसकी बाधा भी केवल एक 'ओहम' ही है, तो करेंट की शक्ति भी केवल एक 'एम्पीयर' होगी।

यदि करेन्ट को एक लम्बे तार-द्वारा, बड़े भारी दबाव के साथ, भेजा जावे तो उसकी सामर्थ्य-शक्ति बहुत कम हो जावेगी। ज्यों-ज्यों 'वोल्ट' की संख्या अधिकाधिक होती जावेगी, उसकी सामर्थ्य भी कम होती जावेगी। इस प्रकार बड़े लम्बे फ़ासले में 'वोल्ट' की संख्या बहुत अधिक हो जाती है।

पानी के झरनों और भँवर पड़े हुए बड़े भारी वेग वाली नदियों की स्वाभाविक शक्ति को काम में लाने से आज एक करोड़ 'हॉर्सपावर' की बिजली बन रही है। यह स्वाभाविक शक्ति से चलने वाले पानी के चक्कर, जो कई

शताब्दियों से अपनी शक्ति को व्यर्थ खो रहे थे, आज बड़े-बड़े विद्युत-उत्पादक-यंत्रों को चला रहे हैं। किन्तु जिन बड़े कारखानों अथवा नगरों को अपने कारखानों अथवा निवासियों के घरों को प्रकाशित करने के लिए बिजली की आवश्यकता है, उनके पास झरने और पानी की शक्ति बहुत कम है।

पचास या सौ मील तक बिजली कैसे ले जायी जाती है

इस प्रकार बिजली को झरनों के दृश्यों से तार-द्वारा ५० या १०० मील दूर के छोटे और बड़े नगरों में ले जाया जाता है। इस प्रकार की अवस्थाओं में अधिक वोल्ट खर्च किये जाते हैं और बिजली को ले जाने वाले तारों को ऊँचे-ऊँचे थम्भों-द्वारा रोका जाता है। यह इसलिये कि इन तारों के छूने से तत्क्षण मृत्यु हो सकती है। कई शताब्दियों तक थम्भे भी इस्पात के बनाये जाते रहे, जिससे उनको कीड़े मकौड़े खराब न कर सकें। इन तारों को भी अलग-अलग ही रखना चाहिए, नहीं तो एक तार की पॉजीटिव अथवा धन बिजली और दूसरे की नैगेटिव अथवा ऋण बिजली आपस में मिलकर एक दूसरे को घायल कर सकती हैं। वर्षा के समय जब हवा अच्छी चलती है, तो तार के चारों ओर रात्रि में प्रायः तेज चमक देखी जाती है। यह

आश्चर्यजनक शक्ति एक तार से दूसरे में कूद जाने का उद्योग करती है। इस प्रकार कुछ बिजली व्यर्थ ख़राब भी हो जाती है।

इंगलैण्ड में प्रवाहकों को ज़मीन के नीचे ले जाकर कम 'वोल्ट' ख़र्च किये जाते हैं। इस मार्ग को विद्युत-उत्पादक स्थान के स्विचबोर्ड से तलाश करने में अच्छा आनन्द आता है।

बिजली-घर में यह देखकर आश्चर्य होता है कि नगर की ट्राम गाड़ियों को चलाने, समूचे नगर को प्रकाशित करने और उसके कारखानों की मोटरों को चलाने वाली इतनी भारी बिजली. इतनी शान्त मशीनों से उत्पन्न हो जाती है। आधुनिक बिजली-घर की भी एक निराली शान है। पहिले-पहल देखने से वह बिल्कुल शान्त दिखलाई देता है। वहाँ तो केवल उसके विशाल आरमेच्योर की साँय-साँय, गड़-गड़ और गाने-का-सा शब्द सुनाई देता है। उन तारों के 'कोएल', बिजली के शक्ति-शाली चुम्बकों की शक्ति-रेखा के आर-पार जाने वाले तारों के 'कोएल' को धारण किये हुए यह 'आरमेच्योर', पहिले-पहल देखने में बड़ा शान्त जान पड़ता है। किन्तु वास्तव में यह बड़ी तेज़ी से चलता रहता है। इसका 'बैलेंस' चारों ओर से इतना ठीक होता है कि तेज़ी से घूमते हुए भी यह चलता हुआ नहीं जान पड़ता। बिजली-घर की विशेषता उसका सादा-

पन है, तौ भी 'फ़ील्ड-मैगनेट' का घूमना, उसका प्रबन्ध और आरमेच्योर की असाधारण बनावट, आज भी अत्यंत आश्चर्य के विषय हैं।

बिजली-घर का स्विचबोर्ड एक बड़े भारी कारख़ाने के दफ़्तर के समान होता है। यह 'डाइनेमो' से करेन्ट को एकत्रित करके उसको प्रवाहकों में भेज देता है और वहाँ से वह उस स्थान पर जाती है, जहाँ उससे वास्तविक कार्य लिया जाता है। 'स्विचबोर्ड' के आवश्यक अंशों को यहाँ दिया जाता है:—

१—'वोल्टों' का नियमन करने के लिए 'रेज़िस्टेन्स-प्रबंध'।

२—'स्विच', जिनमें बस-बार (Bus-bars) कहलाने वाले भिन्न-भिन्न डाइनेमो जुड़े होते हैं।

३—'कट आउट (Cut-out)—डाइनेमो और करेन्ट ले जाने वाले तारों की रक्षा करने के लिए।

४—उत्पन्न की हुई करेन्ट, दी हुई बिजली और करेन्ट के दबाव को नापने के यंत्र।

उपयोग-कर्त्ताओं के व्यय में आने वाली बिजली को ले जाने के लिए एक मुख्य तार होता है। इन मुख्य तारों में प्रायः सीधी करेन्ट नहीं दी जाती। पहले वह एक कोष में जमा होती है। यहाँ से वह भिन्न-भिन्न काम लेने वालों के पास पहुँचती है।

बिजली बाँटने के स्थान में डाइनेमो नहीं लगाया जाता।

इतनी अधिक बिजली को उत्पन्न करना एक काम है और उसको बाँटकर उस पर नियमन करना दूसरा। प्रकाश के भिन्न-भिन्न केन्द्रों और मोटरों को, जिनका कि बिजली को करेन्ट दी जाती है, बिजली के अशुभ प्रभावों से बचाने के लिए विशेष प्रबंध किया जाता है।

यद्यपि एक छोटे से 'स्विच' को दबाने से बिजली जला अथवा बुझा सकते हैं, किन्तु उत्पादक-केन्द्र बिजली-घर की भारी करेन्ट इस प्रकार सुगमता से चलाई अथवा रोकी नहीं जा सकती। यदि एक बड़ी बैटरी अथवा 'डाइनेमो' के दो किनारे एक दूसरे से छुवा दिये जाने के बाद थोड़ा पृथक् किये जावें, तो 'आर्क' कहलाने वाली एक बड़ी शक्ति-शाली चिंगारी उत्पन्न होगी, जो बहुत हानि पहुँचा सकती है।

'फ़्यूज़ बॉक्स' और उसका कार्य

यदि कभी संयोगवश अचानक ही कोई पॉज़ीटिव तार किसी नेगेटिव तार से छू जावे, और बिजली के पूर्ण-मार्ग (सर्केट) को छोटा कर दे, तो उसके लिये प्रायः 'फ़्यूज़ों' से काम लिया जाता है। बिजली के प्रत्येक घर में, कहीं-न-कहीं, 'फ़्यूज बॉक्स' अवश्य होगा; जिसमें बिजली के मार्ग को खतरे से बचाने के लिये बहुत-से 'फ़्यूज़' के तार लगे होते हैं।

जब किसी तार में से बिजली जाती है, तो उसको

उष्ण कर देती है। यदि किसी पतले तार में से बड़ी करेंट जाती है, तो वह उसको इतना अधिक उष्ण कर देती है कि तार गल जाता है। वास्तव में इसी प्रकार 'फ़्यूज़' बनाया जाता है। यह तार प्रायः कम उष्णता से गल जाने वाली धातु—टीन अथवा अन्य धातुओं का, बना होता है। प्रत्येक अवस्था में, यदि संयोगवश बिजली की अधिक करेंट आ जाती है, तो 'फ़्यूज़' पिघल * जाता है और करेन्ट का आना बन्द हो जाता है।

जहाँ पर अधिक शक्ति की बिजली से काम लिया जाता है, वहाँ 'फ़्यूज़' को बनाने में विशेष सावधानी से काम लिया जाता है। उन फ़्यूज़ों को 'कट-आउट' कहते हैं। किन्तु सिद्धान्त उनमें भी वही हैं, कि जिस समय अधिक करेंट आ जाती है, तो 'फ़्यूज़ ख़राब हो जाता है और करेंट का आना बन्द हो जाता है।

बिजली उत्पन्न करनेवाले स्थान से चलनेवाले तारों को 'एलोक्ट्रिक-मेन्स' कहते हैं। यह ताम्बे के बड़े मोटे तार होते हैं। यह जमीन के नीचे, लकड़ी, मिट्टी के बर्तन अथवा लोहे की नाँद में सावधानी से अलग-अलग लगे हुए होते हैं, यह प्रायः पगदण्डी के पन्द्रह तथा सड़क के तीस इञ्च नीचे लगे होते हैं।

---

* फ़्यूज़ शब्द का अर्थ भी पिघलना है। अतएव पिघलने-वाले तार को फ़्यूज़ वाइर कहते हैं।

मीटर—विद्युत्-मापक-यन्त्र

इस प्रकार हमारे चलने के मार्ग के नीचे ऊपर नगर अथवा कस्बे में जलनेवाली बिजली की नसें फैली हुई हैं। बिजली के तार उस रहस्यपूर्ण शक्ति को लाते हैं, जो तुरन्त ही प्रकाश, उष्णता अथवा मशीन की शक्ति के रूप में परिवर्तित हो सकती है। प्रत्येक दफ़्तर, कारख़ाने अथवा घर में करेंट को पहिले 'मीटर' में से जाना होता है। यह एक नापने का यन्त्र होता है, जो व्यय हुई सब बिजली का हिसाब रखता है।

बिजली का मीटर आज सब से अधिक कोमल, पेचदार और आश्चर्यजनक औज़ारों में से एक है। इस समय कई भिन्न-भिन्न प्रकार के मीटरों से काम लिया जा रहा है। कुछ करेंट-द्वारा उत्पन्न रसायनिक प्रक्रिया पर निर्भर हैं, दूसरे अपने अन्दर आनेवाली करेंट-द्वारा मोटर से घुमाये जाकर गिनते रहते हैं और तीसरे, जब तक मीटर में करेंट आती रहती है, एक घड़ी गिनने की मशीन को चलाते रहते हैं।

बिजली का नियमन और वितरण

इस प्रकार एक बिजली की बत्ती का अथवा स्विच खोलकर मोटर का चलाना इतना सुगम नहीं है, जितना कि वह दिखलाई देता है। बिजली की प्रत्येक यूनिट

उष्ण कर देती है। यदि किसी पतले तार में से बड़ी करेंट जाती है, तो वह उसको इतना अधिक उष्ण कर देती है कि तार गल जाता है। वास्तव में इसी प्रकार 'फ़्यूज़' बनाया जाता है। यह तार प्रायः कम उष्णता से गल जाने वाली धातु—टीन अथवा अन्य धातुओं का, बना होता है। प्रत्येक अवस्था में, यदि संयोगवश बिजली की अधिक करेंट आ जाती है, तो 'फ़्यूज़' पिघल * जाता है और करेन्ट का आना बन्द हो जाता है।

जहाँ पर अधिक शक्ति की बिजली से काम लिया जाता है, वहाँ 'फ़्यूज़' को बनाने में विशेष सावधानी से काम लिया जाता है। उन फ़्यूज़ों को 'कट-आउट' कहते हैं। किन्तु सिद्धान्त उनमें भी वही है, कि जिस समय अधिक करेंट आ जाती है, तो 'फ़्यूज़ ख़राब हो जाता है और करेंट का आना बन्द हो जाता है।

बिजली उत्पन्न करनेवाले स्थान से चलनेवाले तारों को 'एलोक्ट्रिक-मेन्स' कहते हैं। यह ताम्बे के बड़े मोटे तार होते हैं। यह ज़मीन के नीचे, लकड़ी, मिट्टी के बर्तन अथवा लोहे की नाँद में सावधानी से अलग-अलग लगे हुए होते हैं, यह प्रायः पगडण्डी के पन्द्रह तथा सड़क के तीस इञ्च नीचे लगे होते हैं।

---

* फ़्यूज़ शब्द का अर्थ भी पिघलना है। अतएव पिघलने-वाले तार को फ़्यूज़ वाइर कहते हैं।

छटा अध्याय

बिजली एकत्रित करने का यन्त्र अथवा बैटरी

डाइनेमो, जब तक वाष्प के ऐंजिन अथवा किसी दूसरी प्रकार की शक्ति से चलाया जाता है, बिजली उत्पन्न करता रहता है। जब वह चलना बन्द कर देता है, तो बिजली की करेंट का निकलना भी बन्द हो जाता है।

ऐसी अवस्था में यह नितान्त आवश्यक है कि बिजली को, मौक़े-बे-मौक़े के लिये, सुरक्षित रक्खा जाये, ताकि इस अतिरिक्त बिजली से वक़्त-ज़रूरत काम निकाला जा सके।

इसके लिये बिजली बटोरने के यन्त्र अथवा 'स्टोरेज बैटरी' से काम लिया जाता है।

रात्रि-भर, जिस समय सब सोए रहते हैं, डाइनेमो को चलाया जाता है, और तज्जनित बिजली को सुरक्षित रूप

का हिसाव देना पड़ता है। उत्पादक बिजली-घर में इन्जीनियर को घण्टे-घण्टे और मिनट-मिनट पर करेंट की माँग को ध्यानपूर्वक देखना पड़ता है। बड़े भारी डाइनेमो-द्वारा डाली हुई बिजली पर शासन करना, उसको ठीक स्थान पर भेजना और सहस्रों तथा लाखों काम लेने वालों में बाँटना पड़ता है।

❀ ❀ ❀

छठा अध्याय

—•—

बिजली एकत्रित करने का यन्त्र अथवा बैटरी

डाइनेमो, जब तक वाष्प के ऐंजिन अथवा किसी दूसरी प्रकार की शक्ति से चलाया जाता है, बिजली उत्पन्न करता रहता है। जब वह चलना बन्द कर देता है, तो बिजली की करेंट का निकलना भी बन्द हो जाता है।

ऐसी अवस्था में यह नितान्त आवश्यक है कि बिजली को, मौक़े-बे-मौक़े के लिये, सुरक्षित रक्खा जाये, ताकि इस अतिरिक्त बिजली से वक़्त-ज़रूरत काम निकाला जा सके।

इसके लिये बिजली बटोरने के यन्त्र अथवा 'स्टोरेज बैटरी' से काम लिया जाता है।

रात्रि-भर, जिस समय सब सोए रहते हैं, डाइनेमो को चलाया जाता है, और तज्जनित बिजली को सुरक्षित रूप

से एक्यूमुलेटर्स में—जिनका काम ही यह होता है—जमा-कर लिया जाता है।

बिजली एकत्रित करने के सब से प्रथम यन्त्रों में से एक का आविष्कार बेंजामिन फ्रैंकलिन (Benjamin Franklin) ने किया था। उसका नाम ही फ्रैंकलिन का पेन (Franklin's Pane) पड़ गया था। यह काँच का एक चौकोर टुकड़ा था, जिसके सब ओर पन्नी (राँगे की) का एक बड़ा टुकड़ा चिपका हुआ था। रगड़वाली मशीन से सम्बन्धित करने से उसमें कुछ रगड़ की बिजली (Static electricity) को एकत्रित करना सम्भव था; लेकिन अब रगड़ की बिजली का स्थान, उससे कहीं अधिक शक्ति शाली गैलवैनिक, वोल्टाइक अथवा डाइनेमो की बिजली ने ले लिया है। इसको एकत्रित करने के लिये स्टोरेज बैटरी' का निर्माण किया गया।

एक बैटरी का, जिसमें बिजली भरी जाकर फिर वापिस ली जा सकती थी, सन् १८६० ई० में गैस्टन प्लान्टी (Gaston Planti) ने आविष्कार किया। उसमें शीशे के दो पत्तर साथ-साथ पड़े हुए थे; कुछ टुकड़े उनके बीच में फ़लालैन-जैसी पृथक् करनेवाली वस्तु के लगे हुए थे, जिससे कि वह दोनों पत्तर एक-दूसरे को न छू सकें। पृथक् किए हुए शीशे के पत्तरों की इस वस्तु को गंधक के तेज़ाब और पानी के मिश्रण में रक्खा जाता था और दोनों पत्तरों

से डाइनेमो की करेंट का सम्बन्ध कर दिया जाता था। सेल (बैटरी) से उसका सम्बन्ध तोड़ देने और उसके पत्तरों का करेंट की आवश्यकता वाले यन्त्र से सम्बन्ध कर देने पर यह देखने में आया कि वह 'सेल' अपने अन्दर उत्पन्न करके एकत्रित की हुई बिजली को दे देता था।

बिजली एकत्रित करनेवाली 'सेल' से यह आशा की जाती है कि वह उस बिजली को ले सके, स्थिर रख सके और फिर वापिस दे सके, जिसको कि वह डाइनेमो अथवा अन्य बिजली की बैटरी से प्राप्त करे। ऐसी सेल बिजली को बिजली के रूप में एकत्रित नहीं रख सकती। उसमें लाई हुई बिजली रूपान्तरित होकर रसायनिक-शक्ति बन जाती है, किन्तु जब इस रसायनिक-शक्ति को इसमें से निकाला जाता है, तो वह फिर बिजली बन जाती है।

यन्त्रीय-शक्ति का रसायनिक-शक्ति में रूपान्तर

शक्ति के भी अनेक रूप हैं। पर्वत के ढलान पर रक्खी हुई चट्टान में भी शक्ति है। यदि ऐसा न होता, तो वह किसी नीचे की वस्तु पर गिरकर उसको कुचल डालती। 'डाइनेमाइट' की छड़ी, जिससे खान के मज़दूर चट्टान तोड़ने का काम लेते हैं, साधारणतया देखने में ऐसी जान पड़ती है कि किसी का कुछ नहीं बिगाड़ सकती, किन्तु फूटने पर वह अपने अन्दर से १०० हॉर्स-पावर की शक्ति निकालती है। 'ऐक्यूमुलेटर' में एकत्रित यन्त्रीय-शक्ति, जो

'ऐक्यूमुलेटर' में एकत्रित बिजली का परिमाण बहुत कुछ सेट (पत्तर) के क्षेत्रफल पर निर्भर है। प्रत्येक सेल को सुविधाजनक परिमाण का रखने के लिए, बड़े-बड़े बर्तनों में कई-कई पॉज़ीटिव और नेगेटिव सेट रखे जाते हैं। सभी पॉज़ीटिव और नेगेटिव सेंटों को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि प्रत्येक सेल में दो अन्तिम किनारे (Terminal) होते हैं—एक पॉज़ीटिव और दूसरा नेगेटिव।

एक सेल के वोल्ट का औसत परिमाण दो वोल्ट होता है। अतएव जहाँ कहीं बिजली जलाने के लिए ऐक्यूमुलेटर बैटरी की आवश्यकता पड़ती है, तो पचास या सौ अथवा इससे भी अधिक सेलों से, बत्तियों की वोल्ट-संख्या के अनुसार, काम लेना पड़ता है। एक सेल के पॉज़ीटिव को दूसरी के नेगेटिव से बराबर मिलाते रहने से इसको सेलों की शृङ्खला में जोड़ना कहते हैं—वोल्ट-संख्या सेलों की संख्या से प्रगुणित हो जाती है—अर्थात् ११० सेल २२० हो जावेंगे—इत्यादि।

एक बैटरी के अन्दर एकत्रित की जानेवाली विद्युत शक्ति का परिमाण किसी सेल में के पॉज़ीटिव सेटों के क्षेत्रफल पर निर्भर है। यदि एक बैटरी ऐसी १०० बत्तियों को जला सकती है, जिसको १० घण्टों तक १ ऐम्पीयर करेंट की आवश्यकता होगी, तो बैटरी की योग्यता १००×१० अर्थात् १००० ऐम्पीयर प्रति घण्टे होगी।

पहले ही बिजली के रूप में रूपान्तरित हो गई है, फिर रसायनिक-शक्ति का रूप धारण कर लेती है। पिस्तौल के घोड़े के समान,—जो कारतूस की शक्ति को छोड़ता हुआ गोली को धकेलता है,—'ऐक्यूमुलेटर' के दोनों सिरों के बिजली के मोटर से सन्बन्धित होने से, रसायनिक-शक्ति उत्पन्न होती है और मोटर को मशीन चलाने की शक्ति देती है।

वर्तमान 'ऐक्यूमुलेटर', जिससे संसार-भर में आज बड़े भारी परिमाण में काम लिया जा रहा है, रचना में बिल्कुल साधारण होता है। पॉजीटिव अथवा नेगेटिव तत्व अथवा पत्तर एक चपटे सपाकार तार के जाल अथवा 'ग्रिड' (Grid) के आकार में बनते हैं। यह 'ग्रिड' शहद की मक्खी के छत्ते के समान छेदोंवाला शीशा होता है। फिर उसमें Oxide of lead की लेही (Paste) को भरते हैं।

एक सेल के बनाने में २००टन की बराबरी करनेवाला दबाव (प्रेशर)

फौरे (Faure) के आविष्कार किये हुए सेट के नमूने में 'पॉजीटिव' सेट बनाने में 'लैड-ऑक्साइड' से काम लिया जाता है। इसके 'नेगेटिव' सेट को मुर्दासंग (Litharge) से भरते हैं। सेल में प्रवाह के आने पर यह मुर्दासंग शीशे के रूप को स्पञ्जदार काला कर देता है। इन लेइयों को कभी-कभी तो २०० टन के बराबर के दबाव से तांबे के 'ग्रिड' में ठूँसा जाता है।

'ऐक्यूमुलेटर' में एकत्रित विजली का परिमाण बहुत कुछ प्लेट (पत्तर) के क्षेत्रफल पर निर्भर है। प्रत्येक सेल को सुविधाजनक परिमाण का रखने के लिए, बड़े-बड़े बर्तनों में कई-कई पॉज़ीटिव और नेगेटिव प्लेट रखे जाते हैं। सभी पॉज़ीटिव और नेगेटिव प्लेटों को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि प्रत्येक सेल में दो अन्तिम किनारे (Terminal) होते हैं—एक पॉज़ीटिव और दूसरा नेगेटिव।

एक सेल के वोल्ट का औसत परिमाण दो वोल्ट होता है। अतएव जहाँ कहीं बिजली जलाने के लिए ऐक्यूमुलेटर बैटरी की आवश्यकता पड़ती है, तो पचास या सौ अथवा इससे भी अधिक सेलों से, बत्तियों की वोल्ट-संख्या के अनुसार, काम लेना पड़ता है। एक सेल के पॉज़ीटिव को दूसरी के नेगेटिव से बराबर मिलाते रहने से इसको सेलों की शृङ्खला में जोड़ना कहते हैं—वोल्ट-संख्या सेलों की संख्या से प्रगुणित हो जाती है—अर्थात् ११० सेल २२० हो जावेंगे—इत्यादि।

एक बैटरी के अन्दर एकत्रित की जानेवाली विद्युत शक्ति का परिमाण किसी सेल में के पॉज़ीटिव प्लेटों के क्षेत्रफल पर निर्भर है। यदि एक बैटरी ऐसी १०० बत्तियों को जला सकती है, जिसको १० घण्टों तक १ ऐम्पीयर करेंट की आवश्यकता होगी, तो बैटरी की योग्यता १००×१० अर्थात् १००० ऐम्पीयर प्रति घण्टे होगी।

पहले ही बिजली के रूप में रूपान्तरित हो गई है, फिर रसायनिक-शक्ति का रूप धारण कर लेती है। पिस्तौल के घोड़े के समान,—जो कारतूस की शक्ति को छोड़ता हुआ गोली को धकेलता है,—'ऐक्यूमुलेटर' के दोनों सिरों के बिजली के मोटर से सम्बन्धित होने से. रसायनिक-शक्ति उत्पन्न होती है और मोटर को मशीन चलाने की शक्ति देती है।

वर्तमान 'ऐक्यूमुलेटर', जिससे संसार-भर में आज बड़े भारी परिमाण में काम लिया जा रहा है, रचना में बिल्कुल साधारण होता है। पॉज़ीटिव अथवा नेगेटिव तत्व अथवा पत्तर एक चपटे सपाकार तार के जाल अथवा 'ग्रिड' (Grid) के आकार में बनते हैं। यह 'ग्रिड' शहद की मक्खी के छत्ते क समान छेदोंवाला शीशा होता है। फिर उसमें Oxide of lead की लेही (Paste) को भरते हैं।

एक सेल के बनाने में २००टन की बराबरी करनेवाला दबाव (प्रेशर)

फ़ौरे (Faure) के आविष्कार किये हुए प्लेट के नमूने में 'पॉज़ीटिव' प्लेट बनाने में 'लैड-ऑक्साइड' से काम लिया जाता है। इसके 'नेगेटिव' प्लेट को मुर्दासंग (Litharge) से भरते हैं। सेल में प्रवाह के आने पर यह मुर्दासंग शीशे के रूप को स्पञ्जदार काला कर देता है। इन लेइयों को कभी-कभी तो २०० टन के बराबर के दबाव से तांबे के 'ग्रिड' में ठूँसा जाता है।

काम नहीं लिया जाता, तो धीरे-धीरे उसकी बिजली कम होती जाती है, हालाँकि इन दोनों ही ऐबों को, गत वर्षों में, बहुत कुछ सुधार लिया गया है।

मोटरकार को पचास मील तक चलानेवाला एडीसन का 'ऐक्यूमुलेटर'

ऐडीसन ने एक ऐसी 'स्टोरेज बैटरी' का आविष्कार किया, जिसमें शीशे का स्थान 'निकेल' ले लेती है। निकेल का बोझ शीशे से चौथाई होता है। अनेक प्रयोग करने के पश्चात् अन्त में उसको सफलता का पारितोषिक मिला। इस नये 'ऐक्यूमुलेटर' के सेट 'निकेल गर्ड' (Nickel girds) के बने हुए थे। उन्हें नये रसायनिक मिश्रण-द्वारा जमाया गया था। सभी शीशे के 'ऐक्यूमुलेटरों' में उपयोग किये जानेवाले तेज़ाब के स्थान में 'कॉस्टिक सोडे' से काम लिया गया।

यद्यपि वह प्रचलित ढँग की 'स्टेण्डर्ड टाइप' की शीशे की बैटरियों का स्थान नहीं ले सकी, तो भी आज एडीसन को बैटरियों से बहुत काम लिया जारहा है। एडीसन इस बात में सफल होगया कि उसने एक घोड़े की बन्द-गाड़ी-जैसी आराम देने योग्य छोटी मोटर गाड़ी के लिए इतनी बिजली रखने का प्रबन्ध कर दिया कि वह पचास या साठ मील जा सके। बिजली की गाड़ियों के लिए यह वास्तव में बड़ी भारी सहायता सिद्ध हुई।

जेबी बिजली के लैम्पों के लिए चार वोल्ट के छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटर प्रायः चार-ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के बनते हैं। जब मोटर गाड़ियों में प्रकाश करने के लिए छै, आठ अथवा बारह वोल्ट के ऐक्यूमुलेटर प्रायः बीस से साठ ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के होते हैं। इस प्रकार एक ऐक्यूमुलेटर की वोल्ट-संख्या का परिमाण उन सेलों की संख्या पर निर्भर है, जो शृङ्खला-रूप में परस्पर सम्बन्धित हैं, और उसकी योग्यता एक सेल के पॉज़ीटिव प्लेटों के तल के वर्ग-इञ्चों की संख्या पर निर्भर है।

ऐक्यूमुलेटरों की उपयोगिता

ऐक्यूमुलेटर को यदि आड़े समय का साथी कहा जाए, तो अत्युक्ति न होगी। वह हमारी सहायता करता है, उस समय पर, जब कि बिजली-घर का मोटर धोखा दे जाता है, उसमें कुछ बिगाड़ होजाता है।

बिजली की रोशनी करने, मोटरकार को गतिशील करने और विना तार के समाचार प्राप्त करने में आजकल इतनी अधिक संख्या में छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटरों से काम लिया जारहा है कि उनके साधारण व्यवहार, उनकी उपयोगिता और रक्षा के सम्बन्ध में भी थोड़ा-सा वर्णन कर देना असंगत न होगा।

शीशे के ऐक्यूमुलेटर में दो बड़े ऐब हैं। एक तो वह भारी बहुत होता है; दूसरा यह कि भरी हुई बैटरी से जब

काम नहीं लिया जाता, तो धीरे-धीरे उसकी बिजली कम होती जाती है, हालाँकि इन दोनों ही ऐबों को, गत वर्षों में, बहुत कुछ सुधार लिया गया है।

मोटरकार को पचास मील तक चलानेवाला एडीसन का 'ऐक्युमुलेटर'

ऐडीसन ने एक ऐसी 'स्टोरेज बैटरी' का आविष्कार किया, जिसमें शीशे का स्थान 'निकेल' ले लेती है। निकेल का बोझ शीशे से चौथाई होता है। अनेक प्रयोग करने के पश्चात् अन्त में उसको सफलता का पारितोषिक मिला। इस नये 'ऐक्यूमुलेटर' के सेट 'निकेल गर्ड' (Nickel girds) के बने हुए थे। उन्हें नये रसायनिक मिश्रण-द्वारा जमाया गया था। सभी शीशे के 'ऐक्यूमुलेटरों' में उपयोग किये जानेवाले तेजाब के स्थान में 'कॉस्टिक सोडे' से काम लिया गया।

यद्यपि वह प्रचलित ढँग की 'स्टेण्डर्ड टाइप' की शीशे की बैटरियों का स्थान नहीं ले सकी, तो भी आज एडीसन की बैटरियों से बहुत काम लिया जारहा है। एडीसन इस बात में सफल होगया कि उसने एक घोड़े की बन्द-गाड़ी-जैसी आराम देने योग्य छोटी मोटर गाड़ी के लिए इतनी बिजली रखने का प्रबन्ध कर दिया कि वह पचास या साठ मील जा सके। बिजली की गाड़ियों के लिए यह वास्तव में बड़ी भारी सहायता सिद्ध हुई।

जेवी बिजली के लैम्पों के लिए चार वोल्ट के छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटर प्रायः चार-ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के बनते हैं। जब मोटर गाड़ियों में प्रकाश करने के लिए छै, आठ अथवा बारह वोल्ट के ऐक्यूमुलेटर प्रायः बीस से साठ ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के होते हैं। इस प्रकार एक ऐक्यूमुलेटर की वोल्ट-संख्या का परिमाण उन सेलों की संख्या पर निर्भर है, जो शृङ्खला-रूप में परस्पर सम्बन्धित हैं, और उसकी योग्यता एक सेल के पॉज़ीटिव प्लेटों के तल के वर्ग-इञ्चों की संख्या पर निर्भर है।

ऐक्यूमुलेटरों की उपयोगिता

ऐक्यूमुलेटर को यदि आड़े समय का साथी कहा जाए, तो अत्युक्ति न होगी। वह हमारी सहायता करता है, उस समय पर, जब कि बिजली-घर का मोटर धोखा दे जाता है, उसमें कुछ बिगाड़ होजाता है।

बिजली की रोशनी करने, मोटरकार को गतिशील करने और बिना तार के समाचार प्राप्त करने में आजकल इतनी अधिक संख्या में छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटरों से काम लिया जारहा है कि उनके साधारण व्यवहार, उनकी उपयोगिता और रक्षा के सम्बन्ध में भी थोड़ा-सा वर्णन कर देना असंगत न होगा।

शीशे के ऐक्यूमुलेटर में दो बड़े ऐब हैं। एक तो वह भारी बहुत होता है; दूसरा यह कि भरी हुई बैटरी से जब

काम नहीं लिया जाता, तो धीरे-धीरे उसकी बिजली कम होती जाती है, हालाँकि इन दोनों ही ऐबों को, गत वर्षों में, बहुत कुछ सुधार लिया गया है।

मोटरकार को पचास मील तक चलानेवाला एडीसन का 'ऐक्यूमुलेटर'

ऐडीसन ने एक ऐसी 'स्टोरेज बैटरी' का आविष्कार किया, जिसमें शीशे का स्थान 'निकेल' ले लेती है। निकेल का बोझ शीशे से चौथाई होता है। अनेक प्रयोग करने के पश्चात् अन्त में उसको सफलता का पारितोषिक मिला। इस नये 'ऐक्यूमुलेटर' के सेट 'निकेल गर्ड' (Nickel girds) के बने हुए थे। उन्हें नये रसायनिक मिश्रण-द्वारा जमाया गया था। सभी शीशे के 'ऐक्यूमुलेटरों' में उपयोग किये जानेवाले तेजाब के स्थान में 'कॉस्टिक सोडे' से काम लिया गया।

यद्यपि वह प्रचलित ढँग की 'स्टैण्डर्ड टाइप' की शीशे की बैटरियों का स्थान नहीं ले सकी, तो भी आज एडीसन को बैटरियों से बहुत काम लिया जारहा है। एडीसन इस बात में सफल होगया कि उसने एक घोड़े की बन्द-गाड़ी-जैसी आराम देने योग्य छोटी मोटर गाड़ी के लिए इतनी बिजली रखने का प्रबन्ध कर दिया कि वह पचास या साठ मील जा सके। बिजली की गाड़ियों के लिए यह वास्तव में बड़ी भारी सहायता सिद्ध हुई।

जेबी बिजली के लैम्पों के लिए चार वोल्ट के छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटर प्रायः चार-ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के बनते हैं। जब मोटर गाड़ियों में प्रकाश करने के लिए छै, आठ अथवा बारह वोल्ट के ऐक्यूमुलेटर प्रायः बीस से साठ ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के होते हैं। इस प्रकार एक ऐक्यूमुलेटर की वोल्ट-संख्या का परिमाण उन सेलों की संख्या पर निर्भर है, जो शृङ्खला-रूप में परस्पर सम्बन्धित हैं, और उसकी योग्यता एक सेल के पॉज़ीटिव प्लेटों के तल के वर्ग-इञ्चों की संख्या पर निर्भर है।

ऐक्यूमुलेटरों की उपयोगिता

ऐक्यूमुलेटर को यदि आड़े समय का साथी कहा जाए, तो अत्युक्ति न होगी। वह हमारी सहायता करता है, उस समय पर, जब कि बिजली-घर का मोटर धोखा दे जाता है, उसमें कुछ बिगाड़ होजाता है।

बिजली की रोशनी करने, मोटरकार को गतिशील करने और बिना तार के समाचार प्राप्त करने में आजकल इतनी अधिक संख्या में छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटरों से काम लिया जारहा है कि उनके साधारण व्यवहार, उनकी उपयोगिता और रक्षा के सम्बन्ध में भी थोड़ा-सा वर्णन कर देना असंगत न होगा।

शीशे के ऐक्यूमुलेटर में दो बड़े ऐब हैं। एक तो वह भारी बहुत होता है; दूसरा यह कि भरी हुई बैटरी से जब

अणुओं का बना था। फलतः उनका क्षेत्रफल, निरी चपटी सेट की अपेक्षा, कहीं अधिक होगया। तदनुसार बिजली की करेंट को थामने की उनकी शक्ति बहुत अधिक बढ़ गई। इसी कारण इस प्रकार के बिजली के 'ऐक्यूमुलेटर'-द्वारा बिजली की मोटर में कहीं दूर तक सफ़र किया जा सकता है।

सम्भवतः एडीसन और इस कनाडा-निवासी के आविष्कार की सब से बड़ी विशेषता यह थी कि नये 'ऐक्यूमुलेटरों' में बहुत थोड़ी देर में—कुछ मिनटों में—ही बिजली भरी जा सकती थी; जब कि सामान्य 'ऐक्यूमुलेटरों' में बड़ी धीरे-धीरे बिजली भरी जाती थी।

बिजली की गाड़ियों में बैटरी-द्वारा सुगमता

मोटरों से काम लेनेवालों के लिए बिजली-द्वारा चलाई जानेवाली गाड़ियाँ वास्तव में आदर्श हैं। इनमें हाल नहीं लगती। गति का नियमन भी आश्चर्यजनक रूप से सादा है। उनके चलाने में भी कोई परिश्रम नहीं करना पड़ता। पेट्रोल से चलनेवाली मोटरों की अपेक्षा, बिजली की मोटरें, कहीं अधिक समगति से चलती हैं। इसलिये कोमल सामान तथा असमर्थ और रोगियों को लेजाने के लिए बिजली की गाड़ियाँ पेट्रोल की गाड़ियों की अपेक्षा अधिक उपयुक्त हैं।

किन्तु शीशे की बैटरी में अब भी बहुत गुण थे। बिजली-द्वारा आवागमन के सम्बन्ध में नये प्रकार के 'ऐक्यूमुलेटरों' के आविष्कार का काम एक कनाडावासी आविष्कारक के लिए छोड़ दिया गया। शीशे के एक ऐसे 'ऐक्यूमुलेटर' का आविष्कार किया गया, जिसमें न-केवल कुछ मिनट में ही उसमें, 'डाइनेमो' के पास रख देने से, बिजली भर जाती थी, वरन् उसमें भरी हुई बिजली किसी भी समय तक सुरक्षित रखी जा सकती थी। और चूँकि एक 'ऐक्यूमुलेटर' की योग्यता अथवा उसकी बिजली को थामे रखने की शक्ति उसके सेट के तल पर निर्भर रहती है, अतः नये आविष्कारों-द्वारा इन सेटों को वाञ्छनीय रूप देने में कोई कसर न छोड़ी गई और पर्याप्त अंशों में सफलता भी प्राप्त हुई।

कनाडा के नये 'ऐक्यूमुलेटर' में अधिक उन्नति

एक वर्ग .फुट क्षेत्रफल के एक चपटे सेट के तल और छोटी-छोटी उन गेंदों की, जो इतने पास-पास रखी गई हों कि एक वर्ग .फुट में सहस्रों आजावें, तुलना करने से पता चलेगा कि चपटी वस्तु के क्षेत्रफल की अपेक्षा एक गोल वस्तु का क्षेत्रफल कहीं अधिक होता है। यह नये सेट काँच तथा अन्य रसायनिक मिश्रण की सहायता से इसी सिद्धांत को सामने रखकर बनाये गये थे। उनका तल काँच तथा उस सम्मिश्रण-विशेष की सहायता से अत्यधिक छोटे गोल

अणुओं का बना था। फलतः उनका क्षेत्रफल, निरी चपटी सेट की अपेक्षा, कहीं अधिक होगया। तदनुसार बिजली की करेंट को थामने की उनकी शक्ति बहुत अधिक बढ़ गई। इसी कारण इस प्रकार के बिजली के 'ऐक्यूमुलेटर'-द्वारा बिजली की मोटर में कहीं दूर तक सफ़र किया जा सकता है।

सम्भवतः एडीसन और इस कनाडा-निवासी के आविष्कार की सब से बड़ी विशेषता यह थी कि नये 'ऐक्यूमुलेटरों' में बहुत थोड़ी देर में—कुछ मिनटों में—ही बिजली भरी जा सकती थी; जब कि सामान्य 'ऐक्यूमुलेटरों' में बड़ी धीरे-धीरे बिजली भरी जाती थी।

बिजली की गाड़ियों में बैटरी-द्वारा सुगमता

मोटरों से काम लेनेवालों के लिए बिजली-द्वारा चलाई जानेवाली गाड़ियाँ वास्तव में आदर्श हैं। इनमें हाल नहीं लगती। गति का नियमन भी आश्चर्यजनक रूप से सादा है। उनके चलाने में भी कोई परिश्रम नहीं करना पड़ता। पेट्रोल से चलनेवाली मोटरों की अपेक्षा. बिजली की मोटरें, कहीं अधिक समगति से चलती हैं। इसलिये कोमल सामान तथा असमर्थ और रोगियों को लेजाने के लिए बिजली की गाड़ियाँ पेट्रोल की गाड़ियों की अपेक्षा अधिक उपयुक्त हैं।

विश्व-भर के योग्य बिजली की गाड़ी बनाने के मार्ग में एक बड़ी कठिनता है। इसके लिए बिजली की पर्याप्त करेण्ट नहीं मिलती। यदि 'ऐक्यूमुलेटर' कुछ मिनटों में ही बिजली को ले सकते हैं, तो वह भी तभी उपयोगी हो सकती है, जब कि सब नगरों, क़स्बों और गाँवों में बिजली पानी की तरह मिल सके।

एक बीस 'हॉर्स-पावर' की बिजली की मोटर-गाड़ी बैटरी को पूरे तौर से भर (Charged) देने पर दस घण्टे तक दौड़ती है। यदि मोटरवाला अपनी बैटरी को आध घण्टे में फिर भरना चाहता है, तो उसका ४०० हॉर्स-पावर की दर से बिजली की करेण्ट को ख़र्च करना पड़ेगा। इतनी अधिक बिजली पाने के लिए विशेष प्रयत्न करने होंगे, जो व्यावहारिक दृष्टि से सहज-साध्य नहीं। अब इसके अतिरिक्त और कोई उपाय नहीं रह जाता कि दस या बारह घण्टों के बाद बैटरी को फिर भर लिया जावे। बैटरी को शीघ्रता से भरने के लिये गाड़ी को भी उसी अनुपात से तेज़ चलाना होगा। बिजली की गाड़ियों के अधिकाधिक प्रचलित हो जाने से एक नये ढङ्ग के बिजली देने के स्टेशनों की आवश्यकता पड़ेगी। इसलिए कि गाड़ी के हमेशा उसी अनुपात से चलने की सम्भावना बहुत कम रहती है, जिससे कि बैटरी हमेशा भरी ही रहे।

सहस्त्रों रूप में रह सकनेवाली शक्ति

'ऐक्यूमुलेटर-प्लेट' अथवा 'ग्रिड' की सबसे अच्छी
बात एक यह है कि जब इसके तरल सेल्स में चार्ज होने
पर बिजली पहुँच जाती है, तो यह सूखी के समान उठायी
जाकर कितनी भी दूर भेजी जा सकती है और फिर
तेजाब से भरे बर्तन में लगा देने पर उसी प्रकार बिजली
देने लगती है।

जिस प्रकार तेल या पेट्रोल के रूप में शक्ति पृथ्वी के
गर्भ में से समुद्र-पार के दूसरे महाद्वीपों को भेजी जा
सकती है, उसी प्रकार विद्युत-शक्ति भी एक स्थान से दूसरे
स्थान पर, ऐक्यूमुलेटर-ग्रिड की रसायनिक रचना में एक-
त्रित करके एक शक्ति के रूप में भेजी जा सकती है। यह
शक्ति की महत्वपूर्ण रूप से परिवर्तन-शील प्रकृति का
दूसरा उदाहरण है कि वह सैकड़ों भिन्न-भिन्न रूपों में रह
सकती है। भविष्य की बैटरी संसार की शक्ति को छोटी-
छोटी इकाइयों में बाँटने का नया ढङ्ग निकालेगी। उस
समय बैटरी से चलाये हुए बिजली के मोटर छोटे-छोटे
कारखानों के काम में महत्वपूर्ण कार्य करेंगे। बिजली
और भी अनेक प्रकार से मनुष्य जाति की बहुत सेवा
करेगी।

सातवाँ अध्याय

बिजली के उपयोग

बिजली के विषय का जितना अधिक अध्ययन किया जाता है, उतना ही अधिक वह मनुष्य-जाति की अधिक सेवा करती हुई जान पड़ती है।

बिजली सैकड़ों-हज़ारों प्रकार से काम में लायी जाती है। बिजली का एक सहस्त्र 'हॉर्स-पावर' का रेल का एञ्जिन मनुष्य जाति की उतनी सेवा नहीं करता, जितनी सेवा जल के अन्दर के दो हज़ार मील तक पड़े हुए तार की हल्की करेण्ट कर सकती है। इस्पात के कारख़ाने का बिजली का भारी चुम्बक, जो दस टन लोहे को उठा सकता है, उस छोटे से बिजली के चुम्बक से अधिक उपयोगी नहीं, जो बटन दबाते ही घण्टी बजा देता है। बिजली की करेण्ट से सुगमता-पूर्वक एक भट्टी के अन्दर पिघली हुई

जलप्रपात-द्वारा चलाये हुए उत्पादक बिजली-घरों की बिजली से सैकड़ों मील तक काम लिया जा सकता है। बिजली को 'ऐक्यूमुलेटरों' के 'रसायनिक-पत्तरों' में एकत्रित करके सड़क, रेलगाड़ी अथवा जहाज में पृथ्वी के अधिक-से-अधिक दूर तक के स्थानों में ले जाया जा सकता है।

किसी ऐसी धातु के बने हुए बिजली के तार में से बिजली की करेण्ट के प्रवाहित करने पर, जो बाधा (Resistance) करे, तार लाल हो जावेगा। इस साधारण-सी चीज़ को सामने रखकर हम बिजली से उष्णता लेते हैं। बिजली के लोहे, बिजली के चूल्हे या बिजली के 'स्टोव' में बिजली की जिन इकाइयों से काम लिया जाता है, वह अधिक रुकावट करनेवाले तारों की लम्बाई के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। इन तारों में से जब करेण्ट प्रवाहित की जाती है, तो यह उष्णता से लाल हो जाते हैं।

यदि हम रुकावट करनेवाले तार को और भी जोर से गरमायें, तो वह उष्णता से सफ़ेद हो जाता है। इस अवस्था में यह प्रकाश देता है। इस आश्चर्यजनक शक्ति से कितनी सुगमता से प्रकाश अथवा उष्णता ली जाती है। बिजली की बत्ती केवल वह सूत या तार हैं, जो बहुत रुकावट करनेवाली सामग्री से बने हुए हैं। वह काँच की ऐसी बत्ती के अन्दर बन्द हैं, जिसमें से हवा एक दम

सातवाँ अध्याय

बिजली के उपयोग

बिजली के विषय का जितना अधिक अध्ययन किया जाता है, उतना ही अधिक वह मनुष्य-जाति की अधिक सेवा करती हुई जान पड़ती है।

बिजली सैकड़ों-हज़ारों प्रकार से काम में लायी जाती है। बिजली का एक सहस्त्र 'हॉर्स-पावर' का रेल का एञ्जिन मनुष्य जाति की उतनी सेवा नहीं करता, जितनी सेवा जल के अन्दर के दो हज़ार मील तक पड़े हुए तार की हल्की करेण्ट कर सकती है। इस्पात के कारख़ाने का बिजली का भारी चुम्बक, जो दस टन लोहे को उठा सकता है, उस छोटे से बिजली के चुम्बक से अधिक उपयोगी नहीं, जो बटन दबाते ही घण्टी बजा देता है। बिजली की करेण्ट से सुगमता-पूर्वक एक भट्टी के अन्दर पिघली हुई धातु को गलाया जा सकता है, साग-भाजियों को उबाला जा सकता है और एक हवाई जहाज में उड़नेवाले व्यक्ति के ठण्डे-पड़े दस्तानों को गरमाया जा सकता है।

जलप्रपात-द्वारा चलाये हुए उत्पादक बिजली-घरों की बिजली से सैकड़ों मील तक काम लिया जा सकता है। बिजली को 'ऐक्यूमुलेटरों' के 'रसायनिक-पत्तरों' में एकत्रित करके सड़क, रेलगाड़ी अथवा जहाज में पृथ्वी के अधिक-से-अधिक दूर तक के स्थानों में ले जाया जा सकता है।

किसी ऐसी धातु के बने हुए बिजली के तार में से बिजली की करेण्ट के प्रवाहित करने पर, जो बाधा (Resistance) करे, तार लाल हो जावेगा। इस साधारण-सी चीज़ को सामने रखकर हम बिजली से उष्णता लेते हैं। बिजली के लोहे, बिजली के चूल्हे या बिजली के 'स्टोव' में बिजली की जिन इकाइयों से काम लिया जाता है, वह अधिक रुकावट करनेवाले तारों की लम्बाई के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। इन तारों में से जब करेण्ट प्रवाहित की जाती है, तो यह उष्णता से लाल हो जाते हैं।

यदि हम रुकावट करनेवाले तार को और भी जोर से गरमायें, तो वह उष्णता से सफ़ेद हो जाता है। इस अवस्था में यह प्रकाश देता है। इस आश्चर्यजनक शक्ति से कितनी सुगमता से प्रकाश अथवा उष्णता ली जाती है। बिजली की बत्ती केवल वह सूत या तार हैं, ज़ो बहुत रुकावट करनेवाली सामग्री से बने हुए हैं। वह काँच की ऐसी बत्ती के अन्दर बन्द हैं, जिसमें से हवा एक दम

खींचली गई है, और जहाँ ऑक्सीजेन बिलकुल नहीं है कि जिसके वहाँ रहने पर तार जल सकता था।

इस प्रकार बिजली उष्णता और प्रकाश देती है। यह दोनों ही कुछ ऐसे पदार्थों की रुकावट पर निर्भर हैं, जो अपने अन्दर करेण्ट आने पर, कम या अधिक, उष्ण हो जाते हैं। एक बैटरी या डाइनेमो की करेण्ट से चलाया हुआ बिजली का मोटर, करेण्ट को शक्ति-रूप में परिवर्तित कर देता है। यहाँ भी एक छोटी मोटर को चलाना उतना ही सुगम है, जितना एक आठ मील प्रति घण्टे से चलनेवाली रेल गाड़ी के एञ्जिन को।

बिजली की करेण्ट का शक्ति-रूप

कारखानों में छोटे-बड़े दर्जनों मोटर काम करते रहते हैं। बिजली आज कल लगभग सब कहीं है। यह कारखाने में उन तारों द्वारा आती है, जो 'स्विचबोर्ड' से जुड़े होते हैं। स्विचबोर्ड से यह अनेक प्रकार के मोटरों, बिजली की बत्तियों और 'रेडिएटरों' में जाती है। इन सब को केवल एक स्विच के दबाने या खोलने से ही क़ाबू में किया जा सकता है।

बिजली की शक्ति के—उष्णता और प्रकाश—वास्तव में बड़े महत्वपूर्ण कार्य हैं। किन्तु 'टेलीग्राफ़' और टेलीफ़ोन उनसे भी अधिक महत्वपूर्ण कार्य करते

हैं, यद्यपि इनका वर्णन करने में हम बिजली की भारी करेंट को छोड़कर, बहुत हल्की करेंट पर आ जाते हैं।

टेलीफ़ोन और टेलीग्राफ़

टेलीफ़ोन का तो आज भारतवर्ष के बड़े-बड़े नगरों और योरुप के गाँव-गाँव में इतना अधिक प्रचार हो गया है कि टेलीग्राफ़ पीछे पड़ता जा रहा है।

टेलीग्राफ़ हमारे शब्दों को पृथ्वी-भर में ले जाता है। तारबाबू दिल्ली में एक चाबी को दबाता है और उसी समय लिखने का एक कोमल यन्त्र बम्बई, कलकत्ता, मदरास, लन्दन, न्यूयार्क, तेहरान और टोकियो में काग़ज़ के रिबन पर निशान करने लगता है। भारत में अभी इसका इतना विकास नहीं हुआ है कि तार की मशीन आए हुए समाचार को स्वयं ही लिख भी ले। यहाँ प्रायः तारबाबू को ही आए हुए तार के समाचार को सुन-सुन-कर लिखना अथवा टाइप करना पड़ता है। टेलीग्राफ़ ने पृथ्वी के सब स्थानों की दूरी के अन्तर को जीत लिया है।

तार ब्रिटिश-साम्राज्य का नाड़ी-चक्र है

टेलीग्राफ़ को ब्रिटिश सामाज्य का नाड़ी-चक्र कहा जा सकता है। जिस प्रकार नाड़ियों का सम्बन्ध मस्तिष्क से होता है, उसी प्रकार भारत के सब स्थानों का मुख्य सम्बन्ध दिल्ली और शिमला है। दिल्ली, शिमला तथा

अन्य ब्रिटिश उपनिवेशों का टेलीग्राफ़ का सम्बन्ध सीधे लन्दन की केन्द्रीय सरकार से है।

टेलीग्राफ़ में भी विद्युत्-शक्ति का ही विनिमय होता है। एक फुट लम्बे तार में काँच के दाने पिरोते हैं और धागा क्रमशः पूरा होगया है तथा अब एक भी दाने के लिए स्थान शेष नहीं रह गया है। ऐसी अवस्था में यदि उसमें एक भी दाना और डाला जावेगा, तो अन्य दानों में ऐसी चिच-पिच मच जावेगी, जिसका प्रभाव सब से दूर के दाने तक पर होगा।

टेलीग्राफ़ की लम्बी लाइन भी बहुत-कुछ इसी प्रकार की होती है। धातु के तार का तल विद्युत्-अंश से भरा होता है। यह विद्युत्-अंश ऋण बिजली के अंश होते हैं। तारबाबू टेलीग्राफ़ के यन्त्र में 'गिट-गिट-गिट' का शब्द करके उस लाइन में बिजली का एक करेंट लगता है, जो उस लाइन मे अधिक विद्युत्-अंशों को ठूँसती है। लाइन के पहले से विद्युत्-अंशों के द्वारा भरे होने से नए विद्युत्-अंशों का लाइन के दूसरे कोने तक धक्का लगता है और तुरन्त ही टेलीग्राफ़ समाचार का संकेत कर देता है।

समय की आश्चर्यजनक बचत

बिजली की करेंट इतनी शीघ्रता से चलती है कि दिल्ली के एक समुद्री तार के दफ़्तर में बैठकर उस व्यक्ति को तार देते हैं, जो दक्षिणी अफ्रिका के किसी नगर में अपने

दफ़्तर में बैठा हुआ है, तो उत्तर एक ही मिनट में मिल जाता है।

संसार का आधा व्यापार तार से होता है। आज से कुछ वर्ष पूर्व जब विदेश-यात्रा की जाती थी, तो महीनों तक खबर नहीं मिलती थी, किन्तु आज तो जहाज़ में बैठे-बैठे यह तार दिया जा सकता है कि यात्रा अच्छी हो रही है। फिर जहाज़ से उतर कर तार दिया जा सकता है कि कुशल-पूर्वक आ पहुँचे······आदि। तार-द्वारा मनुष्य संसार के किसी नगर में होने पर भी अपने मित्रों के बीच में ही है।

टेलीफ़ोन

आज भारतवर्ष में सामान्य और पाश्चात्य देशों में विशेष रूप से टेलीफ़ोन का प्रचार है। पाश्चात्य देशों में तो टेलीफ़ोन से प्रत्येक व्यक्ति काम लेता है। दिल्ली में भी बहुत कम आदमी ऐसे होंगे, जो अपने यहाँ टेलीफ़ोन न होते हुए भी टेलीफ़ोन से काम न लेते हों। व्यवसाय तो टेलीफ़ोन के बिना जैसे लुञ्जा बना रहता है। कहने का तात्पर्य यह है कि टेलीफ़ोन का हमारे जीवन में अविछिन्न सम्बन्ध-सा स्थापित होता जा रहा है।

टेलीफ़ोन का सारा काम भी बिजली ही करती है। यह सब प्राचीन गडरियों, पूर्व की कातने वाली स्त्रियों, गैलवनी और वोल्टा तथा बाद के सैकड़ों वीर अन्वेषकों

से लगाकर वेल, एडीसन और टॉमसन के आविष्कारों का ही चमत्कार है।

तार-द्वारा चित्रों का भेजना

इनसे भी अधिक आश्चर्यजनक वर्तमान ताजे आविष्कार हैं, जिनसे चित्र, हस्ताक्षर और फोटोग्राफ़ आदि बिजली-द्वारा एक देश से दूसरे देश को भेजे जा सकते हैं। थार्नी बेकर (Thorne baker) द्वारा आविष्कृत टेलेक्ट्रोग्राफ़-द्वारा लगभग तीन वर्ष तक प्रतिदिन एक चित्र पेरिस से मानचेस्टर अथवा लंदन को तार-द्वारा भेजा जाता था। इसके पश्चात् ऐडोआर्ड बेलिन (Edouard belin) नाम के एक फ्राँसीसी आविष्कारक ने फ्राँस के प्रधान मंत्री के हस्ताक्षर बेतार-के-तार-द्वारा फ्राँस से अमरीका भेजे थे। जब एक चित्र को तार 'टेलोग्राफ़' द्वारा भेजा जाता है, तो उसको हज़ारों छोटे-छोटे भागों में बाँट दिया जाता है। प्रत्येक भाग को बिजली के रूप में उसकी क़ीमत दी जाती है और यह करेन्ट, जिनमें से प्रत्येक की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है, फोटोग्राफ़ के प्रकाश और साये के साथ, ईथर-द्वारा भेजी जाती है। दूसरे स्थान पर भी वह बिजली के रूप में ही आती है। इस सुदूरवर्ती स्टेशन पर मनुष्य की चतुरता फिर उसको प्रकाशित अथवा काले धब्बों का रूप दे देती है। यहाँ यह रंगीन काँच की छोटी-

छोटी ईंटें हो जाती हैं। अब इन्हें, एक मशीन के टुकड़े एक-करके मौलिक चित्र के ठीक अनुरूप बनाते हैं।

बेतार का दैनिक समाचार पत्र

वह समय नहा, जब कुतूहल-वर्धक चित्र और फ़ोटो बेतार-के-तार-द्वारा भेजे जाया करेंगे। इनके साथ दिन-भर के समाचार भी हुआ करेंगे। एक तरह से यह बेतार के दैनिक समाचार पत्र का रूप धारण कर लेंगे।

बिजली की घंटी

सँकेत के सम्बन्ध में तो बिजली से अनेक काम लिए जाते हैं। इसका सबसे सुगम रूप बिजली की घंटी है। बिजली की सँकेत-शक्ति और सामर्थ्य की कल्पना आसानी से की जा सकती है। यहाँ यह बताने की आवश्यकता नहीं कि बिजली सदा ही अपने पूर्ण-मार्ग-सर्केट-में अथवा बन्द तारों में बहने का उद्योग करती रहती है। किन्तु यदि तार टूट जावें, तो फिर बिजली काम नहीं कर सकती। इस प्रकार हम एक तार को बैटरी के धन-ध्रुव से मिलाकर तार को लंदन से एडिनबरा तक लेजाकर वहाँ से फिर वापिस ला सकते हैं।

बैटरी की बिजली पूरे-के-पूरे तार में भर जाती है, चाहे वह तारकितना ही लम्बा क्यों न हो। जिस समय तार के खाली किनारे को ऋण-ध्रुव से जोड़ा जाता है, तो उस समय,

से लगाकर वेल, एडीसन और टॉमसन के आविष्कारों का ही चमत्कार है।

तार-द्वारा चित्रों का भेजना

इनसे भी अधिक आश्चर्यजनक वर्तमान ताज़े आविष्कार हैं, जिनसे चित्र, हस्ताक्षर और फोटोग्राफ़ आदि बिजली-द्वारा एक देश से दूसरे देश को भेजे जा सकते हैं। थार्नी बेकर (Thorne baker) द्वारा आविष्कृत टेलेक्ट्रोग्राफ़-द्वारा लगभग तीन वर्ष तक प्रतिदिन एक चित्र पेरिस से मानचेस्टर अथवा लंदन को तार-द्वारा भेजा जाता था। इसके पश्चात् ऐडोआर्ड वेलिन (Edouard belin) नाम के एक फ्राँसीसी आविष्कारक ने फ्राँस के प्रधान मंत्री के हस्ताक्षर बेतार-के-तार-द्वारा फ्राँस से अमरीका भेजे थे। जब एक चित्र को तार 'टेलीग्राफ़' द्वारा भेजा जाता है, तो उसको हज़ारों छोटे-छोटे भागों में बाँट दिया जाता है। प्रत्येक भाग को बिजली के रूप में उसकी क़ीमत दी जाती है और यह करेन्ट, जिनमें से प्रत्येक की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है, फोटोग्राफ़ के प्रकाश और साये के साथ, ईथर-द्वारा भेजी जाती है। दूसरे स्थान पर भी वह बिजली के रूप में ही आती है। इस सुदूरवर्ती स्टेशन पर मनुष्य की चतुरता फिर उसको प्रकाशित अथवा काले धब्बों का रूप दे देती है। यहाँ यह रंगीन काँच की छोटी-

को हाथ में उठाते हैं, तो सम्बन्ध आपस में मिल जाते हैं, जिससे 'सर्केट' के अन्दर से टेलीफ़ोन के दफ़्तर को एक करेंट दौड़ जाती है, जो वहाँ पर संकेत के यन्त्र में एक बत्ती जला देती है—जिसका अभिप्राय है कि कोई बात करना चाहता है।

बिजली-द्वारा सोना अथवा चाँदी का मुलम्मा करना

बिजली-द्वारा अनेक धातुओं पर चाँदी, सोने और निकल आदि को बड़े सुन्दर ढँग से मुलम्मा किया जा सकता है। आजकल संसार-भर में बिजली-द्वारा क़लई चढ़ाई जाती है। इसका महत्व स्पष्ट है। मुलम्मा या क़लई, मूल धातु की हवा, आदि से रक्षा करती है। लोहे पर हवा में सुगमता से मोर्चा (जंग) लग जाता है और कुछ समय के पश्चात् वह टुकड़े-टुकड़े हो जाता है। किन्तु निकल का मुलम्मा या पॉलिश हो जाने पर वह मोर्चा से सुरक्षित रहता है। इसके साथ ही उसकी दिखावट भी अधिक नेत्र-रञ्जक हो जाती है।

बिजली-द्वारा ऑक्सीजन का बनाया जाना

बिजली सैकड़ों प्रकार के उद्योग-धंधों में काम आती है। इञ्जीनियर और रसायनिक इससे अनेक प्रकार से काम लेते हैं। आजकल बिजली-द्वारा बड़े भारी परिमाण में ऑक्सीजन गैस बनाया जा रहा है।

वहाँ के बिजली के तारों का पूर्ण-मार्ग-सर्केट-दूसरे कामों के लिए बन्द हो जाता है और बैटरी के ऋण-ध्रुव से बिना जोड़े छोड़ देने पर कोई करेंट नहीं जा सकती। ऐसी अवस्था में उसका पूर्ण-मार्ग खुला हुआ होता है।

आग बुझाने की घंटी और अन्य सँकेत

एक तार है, जिसमें आद्यन्त बैटरी की शक्ति भरी हुई है। उसका सर्केट ठीक है और पूरा है। दूसरे शब्दों में वह ऐसी स्थिति में है, जिसमें कि उसकी शक्ति का उपयोग किया जा सकता है। बिजली-भरे इस तार से एडिनबरा और उसके मार्ग भी उतनी ही सुगमता से काम ले सकते हैं, जितनी सुगमता से बैटरी के ऋण-ध्रुव पर लंदन में लिया जा सकता है।

आग बुझाने की बिजली की घंटी का 'ऐलार्म' बैटरी-द्वारा एक टूटे हुए 'सर्केट' से, सम्बन्धित होता है। जब तक वह सर्केट' टूटा रहता है, घंटी नहीं बजती। किन्तु 'सर्केट' के खाली किनारे इस तरह मिले हुए होते हैं कि जिसमें धातु का एक टुकड़ा, अग्नि-द्वारा उष्ण होकर फैल जाता है और धातु के सम्बन्ध (Metal contact) को छू लेता है। इससे 'सर्केट' पूर्ण हो जाता है और घंटी बजने लगती है।

टेलीफ़ोन का संकेत

जब हम टेलीफ़ोन के ग्राहक-यन्त्र अथवा 'रिसीवर'

को हाथ में उठाते हैं, तो सम्बन्ध आपस में मिल जाते हैं, जिससे 'सर्केट' के अन्दर से टेलीफ़ोन के दफ़्तर को एक करेंट दौड़ जाती है, जो वहाँ पर संकेत के यन्त्र में एक बत्ती जला देती है—जिसका अभिप्राय है कि कोई बात करना चाहता है।

बिजली-द्वारा सोना अथवा चाँदी का मुलम्मा करना

बिजली-द्वारा अनेक धातुओं पर चाँदी, सोने और निकल आदि को बड़े सुन्दर ढँग से मुलम्मा किया जा सकता है। आजकल संसार-भर में बिजली-द्वारा क़लई चढ़ाई जाती है। इसका महत्व स्पष्ट है। मुलम्मा या क़लई, मूल धातु की हवा, आदि से रक्षा करती है। लोहे पर हवा म सुगमता से मोर्चा (जंग) लग जाता है और कुछ समय के पश्चात् वह टुकड़े-टुकड़े हो जाता है। किन्तु निकल का मुलम्मा या पॉलिश हो जाने पर वह मोर्चा से सुरक्षित रहता है। इसके साथ ही उसकी दिखावट भी अधिक नेत्र-रञ्जक हो जाती है।

बिजली-द्वारा ऑक्सीजन का बनाया जाना

बिजली सैकड़ों प्रकार के उद्योग-धंधो में काम आती है। इञ्जीनियर और रसायनिक इससे अनेक प्रकार से काम लेते हैं। आजकल बिजली-द्वारा बड़े भारी परिमाण में ऑक्सीजन गैस बनाया जा रहा है।

प्रकृति के बन्धनों को तोड़कर पदार्थों के तत्वों को पृथक्-पृथक् कर देना बिजली का बड़ा महत्वपूर्ण कार्य है। बिजली की यह एक विशेषता है कि वह जो कुछ भी देती है, अत्यन्त शुद्ध रूप में ही देती है। बिजली-द्वारा निर्मित ताम्बा-आदि धातु कितने शुद्ध और उपयोगी होते हैं, यह बताने की आवश्यकता नहीं।

हवा में के नाइट्रोजन से नाइट्रिक ऐसिड बनाना

ऑक्सीजन का पता लगाने वाले अंग्रेज़ वैज्ञानिक प्रीस्टले ने सन् १७७९ में देखा कि हवा में से बिजली की करेंट के जाने के साथ-साथ एक तेज़ाब उत्पन्न होजाता है। कुछ वर्षों के पश्चात् प्रसिद्ध कैवेंडिश ने सिद्ध कर दिया कि वह 'नाइट्रिक एसिड' था। यह तेज़ाब ऑक्सीजन, हाईड्रोजेन और नाइट्रोजन के मिश्रण से बनता था। हवा में से पहिले नाइट्रिक ऐसिड के रूप में नाइट्रोजेन मिला। आज पानी की शक्तिवाले बिजली के पौदे वायुमण्डल में से इस बहुमूल्य गैस को निकालने में लगे हुए हैं।

बर्कलैंड (Birkeland) और ईडे (Eyde) नाम के वैज्ञानिकों ने एक बड़ी प्रसिद्ध विधि निकाली है। वह बिजली का सूर्य कहलाने वाले अत्यधिक उष्ण चिंगारियों की चमकती हुई चादर से हवा को गुज़ारते हैं। यह चिंगारियें वास्तव में वोल्ट विद्युत-प्रकाश होता है। इसको चुम्बक-शक्ति-द्वारा छै फुट की लम्बाई तक फैलाया जाता है। यह

ईंटों की रेखा-की-सी भट्टी में हवा पर अपना प्रभाव दिखलाता है। नाईट्रोजेन को चूने के पानी में से ले जाया जाता है, जिसके साथ मिलकर यह खाद बन जाता है।

जब सन् १९०५ में इस प्रक्रिया का आविष्कार किया गया था, तो वायुमण्डल के नाइट्राजेन से ११५ टन खाद बनायी गयी थी। सन् १९१९ में यह परिमाण बढ़कर दस सहस्र टन होगया। आज वायु की खान से ऑक्सोजेन और नाइट्रोजेन काफ़ी परिमाण में निकाला जा रहा है। इनका व्यापार अधिकाधिक चेतता जाता है।

बिजली-द्वारा इस प्रकार असंख्य उपकार होने के अनेक उदाहरण दिये जा सकते हैं।

बिजली हृदय की गति का हिसाब रखती है

घाव भरने के विज्ञान (Science of Healing)में भी यह बहुत अधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। 'एक्स-किरणों' ने चिकित्सा-कार्य में लगभग क्रान्ति उत्पन्न करदी है। यह हृदय को हल्की-से-हल्की गति को बतलानेवाले कोमल-से-कोमल यन्त्र को चला सकती है।

इसकी करेंट को महासागर की तलहटी में पहुँचाया जाता है। यह युद्ध के जंगी जहाजों को चला सकती है और एक सहस्र टन की चट्टान को भी पिघला सकती है।

प्रकृति के बन्धनों को तोड़कर पदार्थों के तत्वों को पृथक्-पृथक् कर देना बिजली का बड़ा महत्वपूर्ण कार्य है। बिजली की यह एक विशेषता है कि वह जो कुछ भी देती है, अत्यन्त शुद्ध रूप में ही देती है। बिजली-द्वारा निर्मित ताम्बा-आदि धातु कितने शुद्ध और उपयोगी होते हैं, यह बताने की आवश्यकता नहीं।

हवा में के नाइट्रोजन से नाइट्रिक ऐसिड बनाना

आॅक्सीजन का पता लगाने वाले अंग्रेज़ वैज्ञानिक प्रीस्टले ने सन् १७७६ में देखा कि हवा में से बिजली की करेंट के जाने के साथ-साथ एक तेज़ाब उत्पन्न होजाता है। कुछ वर्षों के पश्चात प्रसिद्ध कैवेंडिश ने सिद्ध कर दिया कि वह 'नाइट्रिक एसिड' था। यह तेजाब आॅक्सीजन, हाईड्रोजेन और नाइट्रोजन के मिश्रण से बनता था। हवा में से पहिले नाइट्रिक ऐसिड के रूप में नाइट्रोजेन मिला। आज पानी की शक्तिवाले बिजली के पौदे वायुमण्डल में से इस बहुमूल्य गैस को निकालने में लगे हुए हैं।

बर्कलैंड (Birkeland) और ईडे (Eyde) नाम के वैज्ञानिकों ने एक बड़ी प्रसिद्ध विधि निकाली है। वह बिजली का सूर्य कहलाने वाले अत्यधिक उष्ण चिंगारियों की चमकती हुई चादर से हवा को गुज़ारते हैं। यह चिंगारियें वास्तव में वोल्ट विद्युत-प्रकाश होता है। इसको चुम्बक-शक्ति-द्वारा छै फुट की लम्बाई तक फैलाया जाता है। यह

ईंटों की रेखा-की-सी भट्टी में हवा पर अपना प्रभाव दिखलाता है। नाईट्रोजेन को चूने के पानी में से ले जाया जाता है, जिसके साथ मिलकर यह खाद बन जाता है।

जब सन् १९०५ में इस प्रक्रिया का आविष्कार किया गया था, तो वायुमण्डल के नाइट्रोजेन से ११५ टन खाद बनायी गयी थी। सन् १९१९ में यह परिमाण बढ़कर दस सहस्र टन होगया। आज वायु की खान से ऑक्सोजेन और नाइट्रोजेन काफ़ी परिमाण में निकाला जा रहा है। इनका व्यापार अधिकाधिक चेतता जाता है।

बिजली-द्वारा इस प्रकार असंख्य उपकार होने के अनेक उदाहरण दिये जा सकते हैं।

बिजली हृदय की गति का हिसाब रखती है

घाव भरने के विज्ञान (Science of Healing)में भी यह बहुत अधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। 'एक्स किरणों' ने चिकित्सा-कार्य में लगभग क्रान्ति उत्पन्न करदी है। यह हृदय की हल्की-से-हल्की गति को बतलानेवाले कोमल-से-कोमल यन्त्र को चला सकती है।

इसकी करेंट को महासागर की तलहटी में पहुँचाया जाता है। यह युद्ध के जंगी जहाजों को चला सकती है और एक सहस्र टन की चट्टान को भी पिघला सकती है।

आठवाँ अध्याय

चुम्बक क्या कर सकता है ?

बिजली द्वारा चलने वाले प्रत्येक कारख़ाने में बिजली का चुम्बक अवश्य होगा।

एक पेंसिल के चारों ओर लिपटे हुए तार के गुच्छे पर से बिजली की करेंट पास करने से वह चुम्बक-शक्ति युक्त हो जाता है।

बिजली के एक साधारण चुम्बक का बनाना बहुत सुगम है। उसकी सहायता से बहुत से कौतुकपूर्ण-प्रयोग किये जा सकते हैं। यदि क़सीदा काढ़ने की सुई अथवा इस्पात की एक छड़ को, बिजली के चुम्बक से एक सिरे से दूसरे सिरे तक कई बार रगड़ा जावे, तो वह स्थायी चुम्बक बन जावेगा, जब कि बिजली का चुम्बक बैटरी से सम्बन्ध विच्छेद होते ही अपनी चुम्बक-शक्ति खो देगा। एक

चुम्बक-शक्ति का चमत्कार

मैगनेट बोझे को उठा रहा है।

अस्थायी शक्ति वाले से स्थायी शक्ति बनाने का यह एक कौतुकपूर्ण उदाहरण है।

विजली के चुम्बक की शक्ति बहुत बड़ी हो सकती है। चुम्बक जब बहुत छोटा होता है, तो उसके वज़न की तुलना में यह शक्ति अधिक-से-अधिक होती है। कुछ ग्रेन बोझ का विजली का चुम्बक, अपने से ५०० गुना वज़न तक उठा सकता है। कारखाने में काम आने वाले चुम्बकों का व्यास, अधिक-से-अधिक, पाँच फुट होता है, किन्तु वह तीन या चार टन बोझ तक उठा सकते हैं। उनकी उठाने की शक्ति, उनके वज़न की अपेक्षा, चार या पाँच गुणा अधिक होती है।

व्यापार के काम में आनेवाले यह बड़े-बड़े चुम्बक प्रायः गोल होते हैं। इनसे घुमानेवाले अथवा क्रेन नामक बोझ उठानेवाले यन्त्र-द्वारा ऊपर अथवा नीचे किये जाते हैं। यह एक इस्पात की छड़ पर गिरा दिया जाता है। फिर उसमें से विजली प्रवाहित की जाती है और चुम्बक उठ जाता है। जब तक विजली चलती रहती है, छड़ चिपकी रहती है। इस तरह से उसे क्रेन-द्वारा वाञ्छित स्थान पर ले जाया जा सकता है।

आधुनिक चिकित्सा-प्रणाली में चुम्बक का स्थान

चुम्बक शरीर में से लोहे या इस्पात की छिपटी या टुकड़े को निकालने में विशेष रूप से काम आता है। आँख

से कचरा निकालने में तो उसका विशेष उपयोग होता है। इसकी आकर्षण-शक्ति इतने छोटे-छोटे टुकड़ों को भी अपनी ओर खींच लेती है, अन्य किसी उपाय से जिनका निकलना प्रायः असम्भव-सा होता है।

बिजली के चुम्बक में सबसे बड़ी सुविधा यह है कि वह, बिजली के प्रवाहित करते ही, उपयोगी शक्ति से पूर्ण हो जाता है। इस सुविधा ने इसे एक महत्वपूर्ण स्थान दे दिया है।

बिजली की घण्टी

बिजली के चुम्बक पर निर्भर रहनेवाला सम्भवतः सब से अच्छा नमूना बिजली की घण्टी है। हम बटन दबाकर घण्टी बजाने के इतने अभ्यस्त हो गए हैं कि इस बात को सोचने का कभी भी किसी को ध्यान नहीं आता कि यह घंटी किस प्रकार बजती है।

प्रत्येक बिजली की घंटी और बिजली का निर्देशक (Electric Indicator) बिजली के चुम्बक पर निर्भर होता है। हथौड़ी को घंटी के ऊपर की धातु में बजने की शक्ति चुम्बक देता है। घंटी के बटन को दबाने से स्प्रिंग की धातु का एक टुकड़ा दूसरे टुकड़े को दबाता है।

छोटा-सा पत्तर लगा होता है, जिसका मुख चुम्बक के ध्रुवों के सन्मुख होता है। एक दूसरी बुर्जी में धातु का एक पेंच होता है, जो स्प्रिंग के 'आरमेच्योर' की पीठ को छूता है। बिजली चुम्बक के 'कोएल', आरमेच्योर और फिर दबाने वाली बुर्जी में जाकर धक्का देती है और धक्का देकर फिर वापिस लौट जाती है। इस तरह से उसका मार्ग-सर्केट-पूरा होता है।

जिस समय चुम्बक में शक्ति पहुँचती है, तो वह आरमेच्योर को अपनी ओर खींचता है। फलतः हथौड़ी घंटी में लगती है, लेकिन इसके साथ आरमेच्योर, मिलाने वाली पिन से, पृथक् हो जाता है; जिसके फल-स्वरूप बिजली का प्रवाह भंग हो जाता है।

जब यह होता है तो चुम्बक-शक्ति भी विलीन हो जाती है। परिणामतः अब आरमेच्योर को खींचने वाली कोई ऐसी वस्तु नहीं होती, जो स्प्रिंग के समान वापिस आवे। यदि बिजली के प्रवाह को फिर से जारी किया जावे और चुम्बक फिर 'आरमेच्योर' को अपनी ओर खींचे, तो फिर प्रवाह-भंग हो जाता है। वास्तव में, इसी क्रिया के बार-बार होने से घंटी पर हथौड़ी बार-बार पड़ती है और यह तब तक होता रहता है, जब तक बटन दबा हुआ रहता है।

बिजली की 'अध्यापक-घड़ी'

'बिजली की वह घड़ी भी घंटी से बहुत कुछ

से कचरा निकालने में तो उसका विशेष उपयोग होता है। इसकी आकर्षण-शक्ति इतने छोटे-छोटे टुकड़ों को भी अपनी ओर खींच लेती है, अन्य किसी उपाय से जिनका निकलना प्रायः असम्भव-सा होता है।

बिजली के चुम्बक में सबसे बड़ी सुविधा यह है कि वह, बिजली के प्रवाहित करते ही, उपयोगी शक्ति से पूर्ण हो जाता है। इस सुविधा ने इसे एक महत्वपूर्ण स्थान दे दिया है।

बिजली की घण्टी

बिजली के चुम्बक पर निर्भर रहनेवाला सम्भवतः सब से अच्छा नमूना बिजली की घण्टी है। हम बटन दबाकर घण्टी बजाने के इतने अभ्यस्त हो गए हैं कि इस बात को सोचने का कभी भी किसी को ध्यान नहीं आता कि यह घंटी किस प्रकार बजती है।

प्रत्येक बिजली की घंटी और बिजली का निर्देशक (Electric Indicator) बिजली के चुम्बक पर निर्भर होता है। हथौड़ी को घंटी के ऊपर की धातु में बजने की शक्ति चुम्बक देता है। घंटी के बटन को दबाने से स्प्रिंग की धातु का एक टुकड़ा दूसरे टुकड़े को दबाता है। बिजली प्रवाहित होने लगती है और पीतल की एक छोटी सी बुर्जी (Pillar) में स्प्रिंग की धातु का एक छोटा-सा टुकड़ा लगा होता है। इस टुकड़े के साथ लोहे का एक

छोटा-सा पत्तर लगा होता है, जिसका मुख चुम्बक के ध्रुवों के सन्मुख होता है। एक दूसरी बुर्जी में धातु का एक पेंच होता है, जो स्प्रिंग के 'आरमेच्योर' की पीठ को छूता है। बिजली चुम्बक के 'कोएल', आरमेच्योर और फिर दबाने वाली बुर्जी में जाकर धक्का देती है और धक्का देकर फिर वापिस लौट जाती है। इस तरह से उसका मार्ग-सर्केट-पूरा होता है।

जिस समय चुम्बक में शक्ति पहुँचती है, तो वह आरमेच्योर को अपनी ओर खींचता है। फलतः हथौड़ी घंटी में लगती है, लेकिन इसके साथ आरमेच्योर, मिलाने वाली पिन से, पृथक् हो जाता है; जिसके फल-स्वरूप बिजली का प्रवाह भंग हो जाता है।

जब यह होता है तो चुम्बक-शक्ति भी विलीन हो जाती है। परिणामतः अब आरमेच्योर को खींचने वाली कोई ऐसी वस्तु नहीं होती, जो स्प्रिंग के समान वापिस आवे। यदि बिजली के प्रवाह को फिर से जारी किया जावे और चुम्बक फिर 'आरमेच्योर' को अपनी ओर खींचे, तो फिर प्रवाह-भंग हो जाता है। वास्तव में, इसी क्रिया के बार-बार होने से घंटी पर हथौड़ी बार-बार पड़ती है और यह तब तक होता रहता है, जब तक बटन दबा हुआ रहता है।

बिजली की 'अध्यापक-घड़ी'

'बिजली की वह घड़ी भी घंटी से बहुत कुछ

मिलती है, जो एक अध्यापक-घड़ी अथवा 'मास्टर क्लॉक' कहलाती है। इसके इस समय कई नमूने मिलते हैं। 'अध्यापक-घड़ी' में भी चुम्बक लगा होता है। इसका संबंध घड़ी के एक दाँते-दार पहिये से होता है। बिजली के प्रवाहित किए जाने पर चुम्बक की शक्ति उस पहिये को चलाती है। वह उसे एक समय में एक दाँत के अन्तर पर धक्का देती है। पहिया इस प्रकार से चलता है कि वह घड़ी की सुइयों को भी अपने साथ चलाता है। प्रत्येक वार दबाने पर यह डायल के ऊपर आधे या एक मिनट तक-जितनी देर तक बटन को दबाया जाये-सुइयों को चलाता है। दूसरे शब्दों में 'अध्यापक-घड़ी' इस प्रकार एक सादी 'टाइमपीस' होती है, जिसके आधीन बिजली की अन्य घड़ियों की सुइयाँ, केवल नियत अन्तर पर ही, झटके के साथ आगे बढ़ती हैं। एक अध्यापक घड़ी, बिजली की कितनी ही घड़ियों को, अपने शासन में रख सकती है और वह सब उसके साथ-साथ ठीक समय देंगी. बिजली के चुम्बक की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह होती है कि वह छोटी और बड़ी, दोनों प्रकार की करेंट को सफलता पूर्वक सह लेता है।

बिजली-द्वारा हृदय की गतियों का फ़ोटो खींचना

मनुष्य के हृदय को नापने का औज़ार अच्छा कौतुकपूर्ण होता है। यह सर्व-विदित है कि शरीर के पुट्ठों की

सभी गतियों के साथ कुछ बिजली के परिवर्तन भी होते हैं। यदि किसी पुट्ठे पर बहुत तेज 'गैलवैनोमीटर' (बिजली नापने का एक यंत्र) लगा दिया जावे, तो पुट्ठे के काम कराने वाले (Passive) भाग में से उसके अपने कार्य-कारी (Active) भाग को बिजली की एक हल्की करेंट गैलवैनोमीटर के बीच से चलेगी और उसके द्वारा अपनी प्रत्येक गति की सूचना देती रहेगी।

हृदय के पुट्ठों के दबाव को नापने के लिए एक बड़े आश्चर्यजनक और प्रभावशाली यंत्र से काम लिया जाता है। यह यंत्र फ़ोटोग्राफ़ी की सहायता से हृदय की गति का यथार्थ नक़्शा उतार लेता है। एक अत्यंत शक्ति-शाली बिजली के चुम्बक के ध्रुवों के बीच में बिल्लौर (Quartz) की इतनी पतली और कोमल धज्जी बिछी होती है, जो इञ्च के $\frac{१}{१०००}$ भाग मात्र ही मोटी होती है। इसके चारों ओर चाँदी की बड़ी पतली तह चढ़ी होती है, जिससे कि वह प्रवाहक बन जावे। हृदय की धड़कन से उत्पन्न हुई हल्की करेंट जब बिल्लौर में से प्रवाहित होती है, तो वह चुम्बक-गुण-युक्त हो जाता है; किन्तु बिजली के चुम्बक की शक्ति इतनी अधिक होती है कि वह बिल्लौर को, जो एक ओर को इंच के हजारवें भाग से भी कहीं दूर हट जाता है—धक्का देती है और प्रकाश की किरण को, फ़ोटो-ग्राफ़ की फ़िल्म के हिलते हुए समूह के पास जाने देती है।

इस प्रकार फ़ोटोग्राफ़ी-द्वारा हृदय की गति का हिसाब रखा जाता है और उस हिसाब से रोगी की दशा का पता लग जाता है।

हृदय की गतियों का फ़ोटो खींचने में चुम्बक के आश्चर्य—

चुम्बक-द्वारा केवल हृदय की गतियों का ही हिसाब नहीं रखा जाता, वरन् हृदय के शब्दों की श्रवणीयता (Loudness) और चढ़ाव-उतार के भी मंद श्रावक यंत्र (Microphone) के नमूने से चित्र लिया जाता है। इस यन्त्र में कोमल करेंट इस प्रकार लगाई जाती है कि वह 'गालवैनोमीटर' पर भी अपना प्रभाव दिखलाती है। इससे बिजली के चुम्बक के सबसे उत्तम और ठीक-ठीक काम करने का प्रमाण मिलता है। यह चिकित्सा-विज्ञान में अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है।

बहुत हल्की करेंट को नापने के सभी प्रकार के नाज़ुक यन्त्र चुम्बक के कार्य पर ही निर्भर हैं। बिजली का हल्के-से-हल्का प्रवाह भी अपना काम कर जाता है।

आकाश में बिजली की चिंगारियाँ

नवम्बर १८३१ ई० में फैराडे (Faraday) ने दिखलाया कि चुम्बक-द्वारा करेंट को बुलाया जा सकता है। तारों के कोएल में पड़ा हुआ चुम्बक तार में करेंट उत्पन्न

कर देगा। जिस समय दो कोएल पास-पास रखे रहते हैं और उनमें से एक में से बिजली प्रवाहित की जाती है, तो दूसरे में भी बिजली का प्रवेश हो जाता है। यदि दोनों तार एक मुलायम लोहे की छड़ के चारों ओर लिपटे हुए हों, तो इस तरह से प्रवेश पायी हुई बिजली अत्यधिक शक्तिशाली होगी। इस तरह से प्रवेशित शक्ति का उपयोग बड़े भारी पैमाने पर किया जाता है।

केन्द्रीय चुम्बकीय 'कोर' मुलायम लोहे के टुकड़ों का बनता है। उसके चारों ओर ताँबे के मोटे तार की दो तह लपेटी जाती हैं। इसको साधारण 'एलक्ट्रोमैगनेट' (Electro-magnet) कहते हैं। 'प्राईमरी' कहलाने वाले मोटे 'कोएल' पर एक बड़े उम्दा तार का 'कोएल' लपेटा जाता है, जो प्रायः कई मील लम्बा होता है; इसको 'सेकंडरी' (Secondary) कहते हैं। 'प्राईमरी' में से बिजली प्रवाहित की जाती है। उसमें बिजली के घंटे-जैसे प्रबंध-द्वारा प्रति सेकिंड कई-कई बार बाधा पहुँचाई जाती है। इस बाधा से ही बाहिर के 'सेकंडरी' 'कोएल' में इतनी अधिक शक्ति-शाली बिजली प्रवेश कर जाती है कि यदि किनारे से आने वाले दो तारों को पास-पास लाया जावे, तो खाली मार्ग में से बिजली की बहुत सी चिंगारियाँ उड़ेंगीं। दूसरे शब्दों में करेंट अपने बीच की वायु की 'बाधा' को तोड़ देगी।

बिजली की अपरिमित सामर्थ्य

'सेकंडरी' तार, 'प्राईमरी' तारों की अपेक्षा, जितनी ही अधिक बार लिपटे हुए होंगे, उनमें वोल्ट अधिक होंगे। यदि मुलायम लोहे के चुम्बकीय 'कोर' के बीस चक्कर दिये गये हों और इसके चारों ओर 'सेकंडरी' के रूप में बीस हज़ार चक्कर दिये गये हों, तो 'प्राईमरी' में जितने भी वोल्ट प्रवेश करेंगे, 'सेकंडरी' में आकर वह हज़ार गुने चमकेंगे। चार वोल्ट की बैटरी से, बिल्कुल ही छोटे और सस्ते 'कॉएल'-द्वारा, चार हज़ार वोल्ट की करेंट उत्पन्न की जा सकती है।

निस्सन्देह, बिजली की शक्ति और सामर्थ्य, उसके सम्पूर्ण चमत्कार, आश्चर्यजनक और अपरिमित हैं!

❀ ❀ ❀

काफ़ी थी। प्रकाश का परिमाण उसको दी हुई करेंट पर निर्भर है,

रात में सड़कों पर चमकनेवाला शक्तिशाली 'आर्क लैम्प'

'आर्क लैम्प' ने इंजीनियरिङ्ग की योग्यता की एक नई आवश्यकता उत्पन्न कर दी। आर्क में लगाने के लिए कार्बन के दंडों से काम लिया जाता। था किन्तु वह एक नियत अंतर से अधिक दूरी पर नहीं रखे जा सकते थे; अतः उनसे ठीक-ठीक काम लेने का कोई उपाय सोचना पड़ा। इन दण्डों के जल जाने के कारण इनको लगातार पास लाना पड़ता था। इसके लिए अनेक प्रकार की चुम्बकीय मशीनें तैयार की गईं और अन्त में ऑटोमेटिक फ़ीड—स्वयं दण्डे लेनेवाली—मशीन का प्रचार हुआ। किन्तु कार्बन के दण्डे सदा नहीं चलते। सड़क के लैम्पों को, जो रात-भर जलते हैं, कभी-कभी सूर्यास्त के बाद से सूर्योदय तक तीन या चार नए दण्डों की आवश्यकता पड़ती थी। इन लैम्पों में बिजली-द्वारा इस प्रकार का प्रबंध किया गया है कि पुराने दंडों के जल जाने पर नये दंडे स्वयं उनका स्थान ग्रहण कर लेते हैं। मनुष्य को तो इनमें काफ़ी दंडे रख-देने-भर का काम करना होता है। शीशे के बड़े-बड़े बल्ब, जिनको हम सड़कों में बड़े-बड़े ऊँचे इस्पात के खंभों में लगा हुआ देखते हैं, प्रतिदिन प्रातःकाल के समय

सड़क तक नीचे लाये जाते हैं और एक मनुष्य उनमें नये कार्बन के डंडे रख देता है। इसके पश्चात् इन लैम्पों को फिर खम्भों के ऊपर पहुँचा दिया जाता है।

'एलेक्ट्रिक आर्क' का प्रकाश नीला होता है। किन्तु यदि इन डंडों के अन्दर के छेद में कुछ विशेष रसायनिक द्रव्य भर दिये जावें, तो इस आर्क की ज्योति का रङ्ग सुनहरा-लाल हो जाता है। यदि कार्बन के डंडों को वायु-शून्य काँच के बर्तनों में बन्द कर दिया जावे, तो फुलिंगा अन्दर की हवा के कुल ऑक्सीजेन को जला डालता है, और केवल नाइट्रोजेन ही बच जाता है। तब अर्क की ज्योति का रंग अत्यन्त बैंजनी रंग का हो जाता है। फ़ोटोग्राफ़ी के काम में भी ऐसे ही आर्क से काम लिया जाता है।

कार्बन लैम्प का आविष्कारक अमरीकन एंजीनियर

हमारे घरों में जलनेवाले बिजली के लेम्प आर्क लेम्पों से सर्वथा भिन्न हैं। उनका अपना इतिहास है। सन् १८४१ में स्टार (Starr) नाम के एक अमरीकन एंजीनियर ने एक ऐसे लैम्प का आविष्कार किया, जो कार्बन के एक बहुत उम्दा टुकड़े के अन्दर बिजली की करेंट पहुँचाने से प्रकाश देता था। वास्तव में यह कार्बन ही बिजली की करेंट से इतना उष्ण हो जाता था कि चमकने लगता था। हम जानते हैं कि सभी पदार्थ बिजली की करेंट के मार्ग में थोड़ी-बहुत बाधा डालते हैं। पदार्थ जितना ही पतला

और छोटा होता है, बाधा भी उतनी ही बड़ी होती है। उन्नीसवीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में एडीसन (Edison) और स्वान (Swan) नाम के दो वैज्ञानिक स्वतन्त्र-रूप से बिना एक दूसरे के विषय में जाने हुए कार्बन का ऐसा तार उत्पन्न करने के उद्योग में लगे हुए थे, जो अपने अन्दर बिजली की करेंट पहुँचाई जाने पर खूब चमके और उसमें उष्णता भी उत्पन्न हो जावे। इन बहुत बारीक कार्बन के तारों को फ़िलामेण्ट (Filament) अथवा नस कहा गया। पहले एडीसन ने अपने तार को जले हुए अथवा कार्बन लिए हुए बाँस (Carbonised bamboo) की छोटी-छोटी धज्जियों से बनाया। जब कि स्वान ने रासायनिक-रूप से तैयार किए हुए एक रुई के तागे से काम लिया।

इस प्रकार बने हुए लैम्प कार्बन के तार के लैम्प (Carbon filament Lamps), कहलाए। यह सन् १८८० से १९०४ तक चलते रहे। रुई के धागे अथवा बाँस की छिपटियाँ एक छोटी-सी काँच की बत्ती में रक्खी जाती थीं, और एक जले हुए तार (Charred wire) को घुमाई जाती थीं, तो वह करेंट के कारण उतनी अधिक उष्णता हो जाती थीं कि बढ़िया श्वेत प्रकाश से चमकने लगती थीं। वह इतनी सफल सिद्ध हुईं कि उन से बहुत काम लिया जाने लगा और बिजली के प्रकाश का युग वास्तव में आरम्भ हो गया।

अपनी चमक से संसार को आश्चर्य चकित करनेवाले लैम्प

बिजली की कीमत इतनी अधिक थी कि अपने घर में बिजली का प्रकाश कराना एक आमोद-प्रमोद का विषय समझा जाता था। एक स्विच को छूकर ही कमरे को प्रकाश से भर देना वास्तव में हृदय ग्राही था। दियासलाई, गैस और तेल के लैम्पों की गन्ध सब भूतकाल की वस्तुएँ हो गईं और बिजली को नया आसन दिया गया। उस समय बिजली की ट्राम और बिजली की गाड़ियों के विषय में तो किसी ने सोचा भी न था। इस समय तक बिजली की अँगीठी के मूल का पता नहीं था; और न किसी को बिजली के स्टोव (Stones) और उष्णता देने के अन्य यन्त्रों का ध्यान था। एडीसन और स्वान के कार्बन के के लैम्पों ने ही बिजली के लिए बड़ी भारी माँग पैदा कर दी। उन से ही उन सहस्रों उपायों को सोचने का अवसर मिला, जिन में आजकल हम बिजली का उपयोग कर रहे हैं।

सन् १६०६ में जर्मन वैज्ञानिक नर्न्स्ट (Nurnest) ने आश्चर्यजनक चमकवाले नए लैम्प का आविष्कार किया। बहुत से व्यक्तियों के लिए यह अत्यन्त उलझन पैदा करनेवाला था, किन्तु इसी ने उन उत्तम लैम्पों का मार्ग दिखलाया, जिन से हम आज काम ले रहे हैं। यह

लेम्प एडीसन और स्वान के प्राचीन लैम्पों की अपेक्षा आठवें भाग मूल्य में ही बड़ा चमकदार प्रकाश देते हैं। अत्यन्त चमकीले गैस के प्रकाश को हम सभी जानते हैं। यह सफ़ेद प्रकाश एक गैस के जलानेवाले (Gas burner) के अन्दर एक लबादे (Mantle) को रखने से उत्पन्न किया जाता है, यह लबादा कुछ रासायनिक मिश्रणों से बनाया जाता है, जो गैस के फुलिंगे (Flame) में रक्खे जाने से उष्णता से सफ़ेद हो जाता है। नन्‍र्ट का बिजली का प्रकाश उस चमकदार गैस के लबादे के समान था, जिस को एक करेंट ले जानेवाली छोटी-सी छड़ी में नियत किया गया था। जिस से वह उष्णता से इतना सफ़ेद हो जाता था कि वैसा अब तक कभी देखने में नहीं आया था।

इस बीच में रासायनिक लोग भी बराबर काम में लगे रहे, और यह पता लग गया कि टंग्स्टन (Tungsten) नाम की एक धातु अत्यन्त उष्णता का मुक़ाबला कर सकेगी और अत्यन्त श्वेत प्रकाश देगी। सन १९०६ में प्रसिद्ध जेनरल एलेक्ट्रिक कम्पनी (General Electric Company) ने अपनी अभ्यास की प्रयोगशाला (Experimental Laboratory) में शेनेकटैडी (Schenectady) नामक स्थान में टंग्स्टन का एक तार बनाया। जब उसको काँच की छोटी-सी बत्ती (Bulb) में बन्द करके उसमें बिजली की करेंट पहुँचाई गई; तो तार ने

न-केवल अधिक शुद्ध प्रकाश ही दिया, वरन् बिजली के उतने ही परिमाण में बहुत अधिक प्रकाश दिया।

इस महत्वपूर्ण आविष्कार ने न-केवल बिजली के प्रकाश में ही क्रान्ति नहीं मचा दी, वरन् सम्पूर्ण बिजली में क्रान्ति उत्पन्न कर दी। क्योंकि अब प्रकाश इतना सस्ता हो गया कि बिजली को पहले से ही बहुत माँग होने लगी थी।

टंग्स्टन लैम्पों की सफलता और उनका महत्व इस कारण अधिक था कि वह पुराने कार्बन के लैम्पों की अपेक्षा उतनी ही बिजली में चौगुना प्रकाश देते थे। इस का यह अभिप्राय था कि भविष्य में विजली के प्रकाश पर पहले की अपेक्षा चौथाई लागत लगा करेगी।

घर के प्रकाशित करने के लिए एक छोटी बत्ती का बनाना वैज्ञानिक काम है, और इसमें बड़ी भारी बुद्धिमानी की आवश्यकता है। इनके बनाने से सैकड़ों प्रयोग करने पड़े, जिन में बहुत-सा धन खर्च हुआ। टंग्स्टन के सूत, जो बिजली आने पर श्वेत प्रकाश देते हैं, वर्षों के अध्यवसाय और परिश्रम का फल हैं।

सब से प्रथम वोल्फ़ैमाइट (Wolframite) नाम की एक खान से खोदी हुई कच्ची धातु को मिल में कुचला जाता है। फिर इसमें सोडा ऐश (Soda Ash) मिला-कर इसको भट्टी में भूना जाता है। अनेक रासायनिक

क्रियाएँ करने के पश्चात् यह ओक्साइड ऑफ़ टंग्स्टेन (Oxide of Tungsten) नाम का पीला चूर्ण (Powder) बनता है। इस ओक्साइड को फिर उबलते हुए पानी से भी दस गुनी आँच के तापमान में दूसरी भट्टी में भूना जाता है, और इसके पश्चात् हाईड्रोजेन गैस की सहायता से यह फिर चूर्ण के ही रूप में टंग्स्टन धातु बन जाता है।

अब इस पाउडर को थोड़ा-थोड़ा करके तोला जाता है और फिर उसको हाइड्रोलिक प्रेस (Hydraulic Press) अथवा पानी के दाबने के यन्त्र में दबाकर छोटे-छोटे टुकड़े बनाये जाते हैं। यह टुकड़े एक फाउन्टेनपेन के जितने बड़े होते हैं। इनको बहुत अधिक उष्णता पहुँचाई जाती है और इनको लगातार चलने वाले हथौड़ों से पीटा जाता है। इस पीटने का उद्देश्य टंग्सटेन के छोटे-छोटे टुकड़ों को पीट-पीट कर लम्बे बनाना है, जिससे यह पदार्थ लचकीला हो जाता है।

छोटा सा बल्ब जिस पर बड़ा भारी धन खर्च किया गया है

उन गर्माये हुये टुकड़ों को हीरे के एक छेद में से निकाला जाता है, जिसमें से खिंचकर यह एक खूब बारीक सूत जैसा तार बन जाते हैं। इस काले सूत के एक लम्बे टुकड़े को काँच की बत्ती (बल्ब) में बन्द किया जाता है

और इसके पश्चात् उस बत्ती में से हवा को निकालने का अन्तिम और महत्वपूर्ण कार्य किया जाता है।

बिजली का प्रत्येक बल्ब एक छोटा-सा शून्याकाश (वैक्यूम) का कमरा है, जिसके अन्दर हवा का एक करोड़वाँ भाग कठिनता से होता है। वर्तमान बत्तियों में उच्च-कोटि का वैक्यूम (शून्याकाश) फास्फोरस (Phosphorus) के एक छोटे टुकड़े की सहायता से किया जाता है। फास्फोरस बल्ब के अन्दर बचे हुये हवा के छोटे से अँशों को भी साफ़ कर देता है।

इस प्रकार हमारे घरों में जलने वाली बिजली की बत्तियों पर इतने कारखानों में इतने अधिक मनुष्य परिश्रम करते हैं और उनके अन्दर इतनी अधिक रासायनिक क्रियाएँ की जाती हैं कि हम कल्पना भी नहीं कर सकते।

नगर को इन्द्रभवन के समान प्रकाशित करने वाला जादू

गत वर्षों में बिजली के प्रकाश में एक और बड़ी उन्नति हुई है। बल्बों के अन्दर एक प्रकार के गैसों के बहुत थोड़े से अँश को डाला गया है, जिससे वह पहले की अपेक्षा भी दुगना प्रकाश देते हैं। इन बल्बों को हॉफवाट लैम्प (Half watt Lamps) कहते हैं। इनमें आर्गन (Argon) और नाइट्रोजेन (Nitrogen) गैसों को डाला

जाता है। यह जड़ गैस कहलाते हैं। क्योंकि यह इतने सुस्त और एकान्त पसन्द होते हैं कि किसी वस्तु के साथ नहीं मिल सकते। अतएव यह कोई हानि नहीं पहुँचा सकते। इनका नाम हॉफवाट इस कारण रखा गया है कि इनमें प्रकाश की प्रत्येक कैंडिल-पावर के वास्ते आधीवाट बिजली ही खर्च की जाती है।

आज हॉफवाट लैम्पों से बड़े भारी परिमाण में काम लिया जाता है। उन्होंने प्रकाश को इतना सस्ता बना दिया है कि उससे बहुत अधिक काम लिया जाने लगा है। बड़े-बड़े बाज़ारों की बड़ी-बड़ी दूकानों में सब कहीं यही लैम्प जगमग-जगमग करते रहते हैं। इसका उत्तम प्रकाश अनेक घरों को प्रकाशित करता है, इसका प्रभाव नेत्र की दृष्टि पर क्या होता है, यह अभी भावी सन्तति ही बतला सकेगी।

बिजली के प्रकाश का प्रबन्ध अत्यन्त सुगमता से होने के कारण इसका भी अनेक प्रकार से उपयोग किया जाने लगा है। सबसे अधिक इससे विज्ञापनों और साइन-बोर्डों में काम लिया जाता है। दिल्ली के चाँदनी चौक में एक कोने से दूसरे कोने तक अनेक प्रकार के विज्ञापनों पर बिजली के अनेक रंग और अनेक प्रकार मिलते हैं। सिनेमाघरों में तो बिजली द्वारा विज्ञापन करने के नित्य नये-नये नमूने निकाले जाते हैं। रायसीना भी रात्रि के समय इन्द्रभवन को लज्जित करता है। फिर भला सब

प्रकार के विज्ञान की खान लण्डन के बाजारों के अलौकिक प्रकाश की सुन्दरता का तो कौन वर्णन कर सकता है। यह लैम्प आटोमैटिक स्विचों (स्वयं खुलने और बन्द होने वाले स्विचों) की सहायता से बड़ी शीघ्रता से स्वयं ही जल जाते हैं और स्वयं ही बुझ जाते हैं। इनको ठीक ढङ्ग में जलाने से एकदम जादू जैसा जान पड़ता है। जिस प्रकार तेज़ी से चलती हुई मोटर-कार, एक क्षण तक अँधेरी रहती है और दूसरे ही क्षण कार ज्योतिर्मय दिखलाई देती है। एक क्षण फिर अँधेरा रह कर कार एक कल्पित सड़क पर दौड़ती हुई दिखलाई देती है, फिर अँधेरा हो जाता है और इसी प्रकार दिखलाई देता रहता है। इन वस्तुओं में गति बिल्कुल ही नहीं होती। यह केवल प्रकाश के आने और जाने की माया (illusion) होती है।

समुद्र में दस लाख कैंडिल का प्रकाश

फ़ोटोग्राफ़र ने भी रात का दिन बना लिया है और हॉफवाट लैम्प उसकी चित्रशाला (स्टुडियो) को इतना अधिक प्रकाशित किये हुए है कि वह अब दिन के प्रकाश की अपेक्षा भी बहुत कम समय में चित्र ले सकता है।

जब हमको बहुत अधिक शक्ति के प्रकाश की आवश्यकता होती है, तो हमको बिजली के आर्क (Arc) की ओर घूमना पड़ता है। कारबन के डंडों में काम करने वाले

प्रकार के विज्ञान की खान लण्डन के बाज़ारों के अलौकिक प्रकाश की सुन्दरता का तो कौन वर्णन कर सकता है। यह लैम्प आटोमैटिक स्विचों (स्वयं खुलने और बन्द होने वाले स्विचों) की सहायता से बड़ी शीघ्रता से स्वयं ही जल जाते हैं और स्वयं ही बुझ जाते हैं। इनको ठीक ढङ्ग में जलाने से एकदम जादू जैसा जान पड़ता है। जिस प्रकार तेज़ी से चलती हुई मोटर-कार, एक क्षण तक अँधेरी रहती है और दूसरे ही क्षण कार ज्योतिर्मय दिख-लाई देती है। एक क्षण फिर अँधेरा रह कर कार एक कल्पित सड़क पर दौड़ती हुई दिखलाई देती है, फिर अँधेरा हो जाता है और इसी प्रकार दिखलाई देता रहता है। इन वस्तुओं में गति बिल्कुल ही नहीं होती। यह केवल प्रकाश के आने और जाने की माया (illusion) होती है।

समुद्र में दस लाख कैंडिल का प्रकाश

फ़ोटोग्राफ़र ने भी रात का दिन बना लिया है और हॉफवाट लैम्प उसकी चित्रशाला (स्टुडियो) को इतना अधिक प्रकाशित किये हुए है कि वह अब दिन के प्रकाश की अपेक्षा भी बहुत कम समय में चित्र ले सकता है।

जब हमको बहुत अधिक शक्ति के प्रकाश की आवश्य-कता होती है, तो हमको बिजली के आर्क (Arc) की ओर घूमना पड़ता है। कारबन के डंडों में काम करने वाले

प्रकार के विज्ञान की खान लण्डन के बाज़ारों के अलौकिक प्रकाश की सुन्दरता का तो कौन वर्णन कर सकता है। यह लैम्प आटोमैटिक स्विचों (स्वयं खुलने और बन्द होने वाले स्विचों) की सहायता से बड़ी शीघ्रता से स्वयं ही जल जाते हैं और स्वयं ही बुझ जाते हैं। इनको ठीक ढङ्ग में जलाने से एकदम जादू जैसा जान पड़ता है। जिस प्रकार तेज़ी से चलती हुई मोटर-कार, एक क्षण तक अँधेरी रहती है और दूसरे ही क्षण कार ज्योतिर्मय दिखलाई देती है। एक क्षण फिर अँधेरा रह कर कार एक कल्पित सड़क पर दौड़ती हुई दिखलाई देती है, फिर अँधेरा हो जाता है और इसी प्रकार दिखलाई देता रहता है। इन वस्तुओं में गति बिल्कुल ही नहीं होती। यह केवल प्रकाश के आने और जाने की माया (illusion) होती है।

समुद्र में दस लाख कैंडिल का प्रकाश

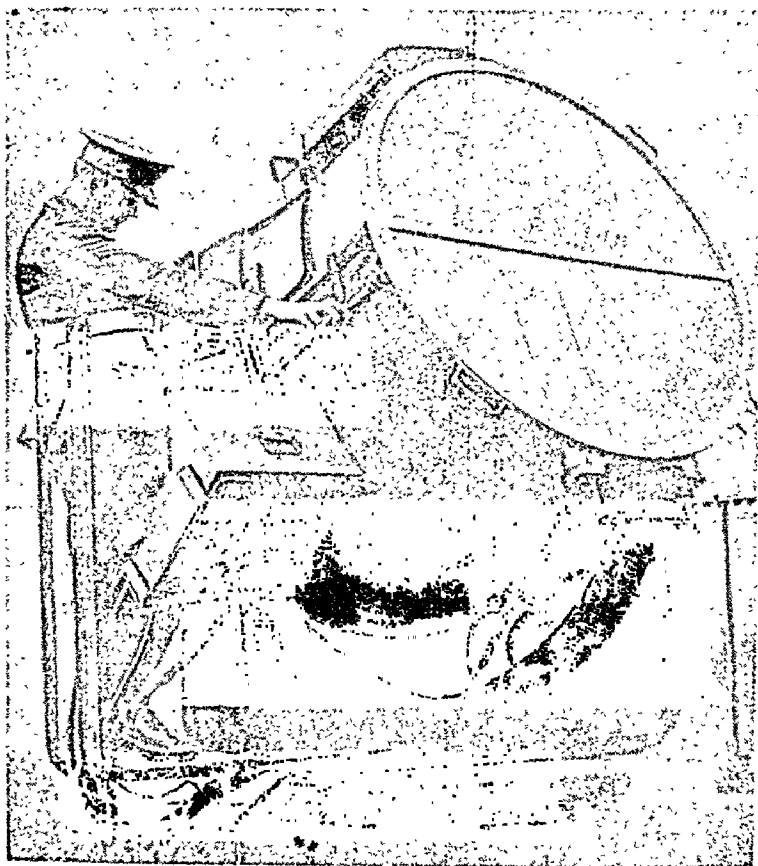
फ़ोटोग्राफ़र ने भी रात का दिन बना लिया है और हॉफवाट लैम्प उसकी चित्रशाला (स्टुडियो) को इतना अधिक प्रकाशित किये हुए है कि वह अब दिन के प्रकाश की अपेक्षा भी बहुत कम समय में चित्र ले सकता है।

जब हमको बहुत अधिक शक्ति के प्रकाश की आवश्यकता होती है, तो हमको बिजली के आर्क (Arc) की ओर घूमना पड़ता है। कारबन के डंडों में काम करने वाले

इस चौंधिया देने वाले छोटे से फुलिंगे में दस लाख कैंडिल का प्रकाश उत्पन्न किया जा सकता है। प्रकाश के पीछे विशेष प्रतिबिम्बक (Reflectors) रखे जाते हैं। वह अँधकार के अन्दर से इतनी शक्ति-शाली किरणों को निकालते हैं कि वह मीलों तक जाती हैं। यह भीमकाय जंगी जहाज (Battleship) का अन्वेषक प्रकाश अथवा उसकी सर्च-लाइट (Search light) कहलाती है। यह समुद्र को प्रकाश की किरणों से इतना अधिक भर देती है कि उसमें कुछ भी नहीं छिप सकता।

आज जेबी लैम्प हमारे यहाँ भी गाँव-गाँव में पहुँच गये हैं। उसके लैम्प की प्रत्येक ज्योति (Flash) वोल-फ्राम की कच्ची धातु को छोटे-छोटे सूतों में परिणित करने की लम्बी प्रक्रियाओं का स्मरण कराती है। बिजली की अत्यधिक उन्नति वाले इन फ्लैश लैम्पों से अधिक अच्छा सम्भवतः कोई उदाहरण नहीं है। इस छोटी सी बैटरी का आविष्कार वोल्टा ने किया था, जिसमें अब धातु के सूत का एक छोटा लैम्प लगा दिया गया है। यह छोटा सा लैम्प एक मटर जितने छोटे से गोले के अन्दर ढला रहता है, जिसके अन्दर से एक करोड़वें भाग के अतिरिक्त सभी हवा सावधानी से खेंचली जाती है।

* * *

सर्च लाइट

सौ मील प्रकाश फेंकने वाला लैम्प।

इस प्रकार सर हम्फ्रीडैवी के आर्क लैम्प से, जो इतने वर्षों से प्रकाश के साधन रूप में काम दे रहा है, व्यापार की बड़ी भारी भट्टी बनाई गई है। यह लैम्प करोड़ों और अरबों कैंडिल पावर का होता है। इसके फुलिंगे प्रकृति के स्वाभाविक बन्धनों को भी तोड़ डालते हैं।

यदि हम उष्ण जल में अपनी अंगुली डालते हैं, तो हमको कष्ट होने लगता है और हमको पता लगता है कि उष्णता क्या होती है। हम न्यूनाधिक यह भी जानते हैं कि उबलते हुए पानी की उष्णता कैसी होती है। वह सेंटिग्रेडों के परिमाण में एक सौ डिगरी का तापमान होता है। किन्तु बिजली की भट्टी की उष्णता की तो कल्पना भी नहीं की जा सकती। उसमें ४०००° डिग्री की उष्णता होती है।

कोयले के गैस के फुलिंगे का तापमान, जिससे एक चमकदार गैस के मैन्टिल को प्रकाशित करने का काम लिया जाता है, लगभग १५०० डिग्री होता है। बिजली का आर्क उससे भी तिगुना उष्ण होता है। उसकी उष्णता से रसायन शास्त्रियों ने ऐसे-ऐसे पदार्थों को गला दिया, जो पहिले कभी नहीं गलाये जा सके थे। उन्होंने उससे बहुत से रसायन सम्बन्धी (Chemical) परिणाम निकाले हैं।

वर्तमान रस-सिद्ध

जिस प्रकार प्राचीन काल के कीमियागर (Alchemist) रसायन-विद्या-द्वारा लोहे अथवा ताँबे का सोना

दूसरा अध्याय

बिजली की भट्टी

सबसे बड़ी उष्णता, जिस को मनुष्य उत्पन्न कर सकता है, बिजली की भट्टी है। आज संसार में एक सहस्र से भी अधिक बिजली की भट्टियाँ (Furnaces) हैं, जो इस्पात बना रही हैं। वह प्रतिदिन कच्चे लोहे से प्रतिदिन ५० लाख टन इस्पात बना लेती हैं। बिजली के द्वारा जो बड़ी से बड़ी उष्णता मिल सकती है, उस से बहुत से उद्योग धन्धों (Industries) में काम लिया गया है। नक़ली हीरे बनाने के रुचिपूर्ण कार्यों तक में उससे काम लिया जाता है।

किसान लोग भी अपनी फ़सल के लिए खाद (Fertiliser) के लिए भट्टी की ही ओर नजर गड़ाये हैं। क्योंकि नाइट्रोजेन के स्वाभाविक मिश्रण अब इतने नहीं मिल सकते हैं कि कृषि की नित्य बढ़ती हुई माँग को पूरा कर सकें। और हवा में से नाइट्रोजेन अनन्त परिमाण में निकाला जा सकता है।

इस प्रकार सर हम्फ्रीडेवी के आर्क लैम्प से, जो इतने वर्षों से प्रकाश के साधन रूप में काम दे रहा है, व्यापार की बड़ी भारी भट्टी बनाई गई है। यह लैम्प करोड़ों और अरबों कैंडिल पावर का होता है। इसके फुलिंगे प्रकृति के स्वाभाविक बन्धनों को भी तोड़ डालते हैं।

यदि हम उष्ण जल में अपनी अंगुली डालते है, तो हमको कष्ट होने लगता है और हमको पता लगता है कि उष्णता क्या होती है। हम न्यूनाधिक यह भी जानते हैं कि उबलते हुए पानी की उष्णता कैसी होती है। वह सेंटि-ग्रेडों के परिमाण में एक सो डिगरी का तापमान होता है। किन्तु बिजली की भट्टी की उष्णता की तो कल्पना भी नहीं की जा सकती। उसमे ४००० डिग्री की उष्णता होती है।

कोयले के गैस के फुलिंगे का तापमान, जिससे एक चमकदार गैस के मैन्टिल को प्रकाशित करने का काम लिया जाता है, लगभग १५०० डिग्री होता है। बिजली का आर्क उससे भी तिगुना उष्ण होता है। उसकी उष्णता से रसा-यन शास्त्रियों ने ऐसे-ऐसे पदार्थों को गला दिया, जो पहिले कभी नहीं गलाये जा सके थे। उन्होंने उससे बहुत से रसा-यन सम्बन्धी (Chemical) परिणाम निकाले हैं।

वर्तमान रस-सिद्ध

जिस प्रकार प्राचीन काल के कीमियागर (Alche-mist) रसायन-विद्या-द्वारा लोहे अथवा तांबे का

बनाने का उद्योग किया करते थे, उसी प्रकार बहुत वर्षों से बिजली की भट्टी-द्वारा मिली हुई नई शक्ति से नये प्रकार का कीमियागर हीरे बनाने के उद्योग में लगा हुआ है। निश्चय से ही नये कीमियागर को बहुत अधिक सफलता मिली है। वह बिल्कुल वैसे ही मौलिक और असली हीरे बनाने लगा है, मानों आज ही खान से खुदकर आये हों। किन्तु वह बहुत छोटे हैं; और अनेक उद्योग करने पर भी नकली हीरे धूल के एक कण से अधिक बड़े नहीं बनाये जा सके।

हीरे कार्बन के पारदर्शक नियमित रूपों (Crystals of Carbon) के अतिरिक्त और कुछ नहीं हैं। यदि रसायन शास्त्री (Chemist) किसी पदार्थ के क्रिस्टल (पारदर्शक नियमित रूप) बनाना चाहता है, तो वह उस पदार्थ को पानी अथवा किसी अन्य तरल पदार्थ में घोल देता है, और फिर उस घोल के जलीय अंश को वाष्प बना कर उड़ाता है। ज्यों-ज्यों पानी की वाष्प बनती जाती है, उस पदार्थ के छोटे-छोटे क्रिस्टल बर्तन के किनारों पर दिखलाई देने आरम्भ हो जाते हैं।

नक़ली हीरा भी बहुत कुछ इसी प्रकार से बनाया जाता है। फ्रांसीसी रसायन शास्त्री माईसन (Moissan) इस बात को जानता था कि कार्बन पिघले हुए लोहे में घुल जावेगा। और यदि पिघले हुए लोहे को बिजली की भट्टी

द्वारा बहुत उष्ण किया जावे तो लोहे में घुले हुए कार्बन का परिमाण बहुत अधिक हो जावेगा।

कार्बन वाले पिघले हुए लोहे का तापमान ४००० डिग्री (अंश) तक पहूँचने पर मोइसन अपने गलाने के बर्तन (Crucible) को ठण्डे पानी में डाल देता था। इस प्रकार एक दम ठंडा हो जाने से लोहे की तह बाहिर को जम जाती थी, जिसके अन्दर अब तक का पिघला हुआ लोहा भी ठोस हो जाता था।

कार्बन का हीरा बनाने की चेष्टा

ठोस हो जाने पर पिघला हुआ लोहा सामान्य ढङ्ग पर फैल जावेगा। कल्पना करो कि पिघला हुआ लोहा लोहे की बाहिरी दीवार के अन्दर कैद है। हम समझ सकते हैं कि दबाव कितना अधिक उत्पन्न किया गया था—उसी दबाव ने कार्बन के क्रिस्टल बनाये, जिनसे कि छोटे-छोटे हीरे बननेवाले थे। यह क्रिस्टल ठीक वैसे ही थे जैसे नमक और पानी के घोल के सूखने पर नमक के क्रिस्टल दिखलाई देते हैं।

मोइसन ने अपने गलाने के बर्तन में से धातु का ठोस ढेर निकाल लिया, लोहे का घोल दिया। उसको उस धातु के एक डले (Ingot) में ही पन्द्रह हीरे मिले। प्रकृति का सब से दुर्लभ रत्न प्रयोगशाला में बना लिया गया।

तब से लगातार अब तक बराबर मनुष्य काले और

बेशार कार्बन से और हीरे बनाने का उद्योग कर रहा है।
किन्तु नक़ली जवाहिर फिर न बना । सिवाय छोटे-छोटे
कण बनने के बड़ा हीरा बनाने के सब प्रयत्न निष्फल गये।

बिजली की भट्टी बिजली के बड़े भारी परिमाण को
खा जाती है। किन्तु अपने सादेपन और कार्य कराने की
सुगमता के कारण अनेक बातों में इसका स्थान मामूली
भट्टी से बहुत ऊँचा है। ठण्डे लोहे के डले अथवा लोहे की
कतरन से इस्पात बनाने के लिये प्रत्येक टन के वास्ते एक
घण्टे में एक सहस्र किलोवाट (Kilowatt) की आव-
श्यकता पड़ती है। इसका अभिप्राय यह है कि एक घन्टे में
दस लाख वाट बिजली खर्च हो जाती है। क्योंकि एक
सहस्र वाट का एक किलोवाट होता है।

सबसे अधिक उष्णता पानी से बनती है

जिन स्थानों में पानी की शक्ति बहुत अधिक होती है,
वहाँ के लिये करेंट के इतने भारी परिमाण का मिलना बहुत
कठिन नहीं है। क्योंकि इस कार्य के लिए काफी शक्ति को
बिजली का रूप देने के वास्ते डाइनैमो के काफी बड़ा होने
की आवश्यकता है।

किन्तु यह सोचना बेढङ्गा होगा कि जल की शक्ति से,
जो अग्नि को एक दम बुझा देती है, वास्तव में ही मनुष्य
ज्ञान की सबसे बड़ी उष्णता को उत्पन्न करने में काम
जाता है।

इन भयङ्कर भट्टियों में. जो कोयले और कच्चे लोहे से ठसाठस भरी होती हैं, सहस्रों डिग्री की अग्नि निकलती है। यह ऐसी उष्णता को उत्पन्न करती हैं, जिसके विषय में हम कल्पना भी नहीं कर सकते। और जो ऐसे तत्वों को भी छिटका देती है, जो पृथ्वी पर करोड़ों वर्षों से ठोस रूप में पड़े हुए हैं। आक्सीजेन (कारबोनिक आक्साइड) वृक्षों और खेतों को खूराक देने के लिए पीछे को चला जाता है। लोहा उष्णता से लाल होकर एक ओर को वह निकलता है, जिससे आजकल के व्यस्त संसार के जहाज़, एंजन और मशीनें बनाई जाती हैं।

यह बड़ी भारी भट्टी प्रतिदिन १८० टन इस्पात बना सकती है। इस बिजली की भट्टी से केवल इस्पात ही बनाया जाता है। दूसरा बड़ा व्यापार कैलशियम कारबाइड (Calcium Carbide) बनाने का है। यह एक भूरा पदार्थ है। इसको पानी में भिगोने से इसमें से ऐसेटीलीन गैस (Acetylene gas) निकलता है। यह गैस अपनी बड़ी भारी उष्णता के कारण, ऑक्सीजन के साथ मिल-कर बड़े परिमाण में ऐसेटीलीन को पीट-पीटकर मिलाने का काम देता है।

यद्यपि इस महत्वपूर्ण पदार्थ को पहिली-पहल सन् १८६२ में एक जर्मन केमिस्ट (रसायन शास्त्री) वुहलर (Wohler) ने बनाया था, किन्तु बिजली की भट्टी के

बेकार कार्बन से और हीरे बनाने का उद्योग कर रहा है। किन्तु नक़ली जवाहिर फिर न बना। सिवाय छोटे-छोटे कण बनने के बड़ा हीरा बनाने के सब प्रयत्न निष्फल गये।

बिजली की भट्टी बिजली के बड़े भारी परिमाण को खा जाती है। किन्तु अपने सादेपन और कार्य कराने की सुगमता के कारण अनेक बातों में इसका स्थान मामूली भट्टी से बहुत ऊँचा है। ठण्डे लोहे के डले अथवा लोहे की कतरन से इस्पात बनाने के लिये प्रत्येक टन के वास्ते एक घण्टे में एक सहस्र किलोवाट (Kilowatt) की आवश्यकता पड़ती है। इसका अभिप्राय यह है कि एक घन्टे में दस लाख वाट बिजली खर्च हो जाती है। क्योंकि एक सहस्र वाट का एक किलोवाट होता है।

सबसे अधिक उष्णता पानी से बनती है

जिन स्थानों में पानी की शक्ति बहुत अधिक होती है, वहाँ के लिये करेंट के इतने भारी परिमाण का मिलना बहुत कठिन नहीं है। क्योंकि इस कार्य के लिए काफी शक्ति को बिजली का रूप देने के वास्ते डाइनैमो के काफी बड़ा होने की आवश्यकता है।

किन्तु यह सोचना बेढङ्गा होगा कि जल की शक्ति से, जो अग्नि को एक दम बुझा देती है, वास्तव में ही मनुष्य के ज्ञान की सबसे बड़ी उष्णता को उत्पन्न करने में काम लिया जाता है।

इन भयङ्कर भट्टियों में, जो कोयले और कच्चे लोहे से ठसाठस भरी होती हैं, सहस्रों डिग्री की अग्नि निकलती है। यह ऐसी उष्णता को उत्पन्न करती हैं, जिसके विषय में हम कल्पना भी नहीं कर सकते। और जो ऐसे तत्वों को भी छिटका देती है, जो पृथ्वी पर करोड़ों वर्षों से ठोस रूप में पड़े हुए हैं। आक्सीजेन (कारबोनिक आक्साइड) वृक्षों और खेतों को खूराक देने के लिए पीछे को चला जाता है। लोहा उष्णता से लाल होकर एक ओर को वह निकलता है, जिससे आजकल के व्यस्त संसार के जहाज, एंजन और मशीनें बनाई जाती हैं।

यह बड़ी भारी भट्टी प्रतिदिन १८० टन इस्पात बना सकती है। इस बिजली की भट्टी से केवल इस्पात ही बनाया जाता है। दूसरा बड़ा व्यापार कैलशियम कारबाइड (Calcium Carbide) बनाने का है। यह एक भूरा पदार्थ है। इसको पानी में भिगोने से इसमें से ऐसेटीलीन गैस (Acetylene gas) निकलता है। यह गैस अपनी बड़ी भारी उष्णता के कारण, ऑक्सीजन के साथ मिलकर बड़े परिमाण में ऐसेटीलीन को पीट-पीटकर मिलाने का काम देता है।

यद्यपि इस महत्वपूर्ण पदार्थ को पहिली-पहल सन् १८६२ में एक जर्मन केमिस्ट (रसायन शास्त्री) वुहलर (Wohler) ने बनाया था, किन्तु बिजली की भट्टी के

दिनों तक इसको उपयोगी होने योग्य परिमाण में नहीं बनाया जा सका। सन् १८६२ ई० मोइसन और विलसन नाम के एक कनाडा निवासी ने इसका साथ-साथ आविष्कार किया था। चूने और कार्बन को एक साथ मिलाकर भट्टी में पकाने से कैलशियम कारबाइट (Calcium Carbide) बनता है। इसके साथ मोनोक्साइड आफ कार्बन (Monoxide of Carbon) नामका गैस भी बनता है, जो सुगमता से बच जाता है।

भवी संतति को प्राप्त होनेवाली असंख्य सम्पत्ति

कैलशियम कारबाइड इसलिये विशेष महत्वपूर्ण होता है कि यह स्यानामाइड (Cyanamide) के बनाने में आधे पदार्थ (halfway substance) का काम देता है। स्यानामाइड से ही किसानों को अधिक परिमाण में खाद मिलता है। नॉरवे के ओडे (Odde) नामक स्थान में प्रति वर्ष एक लाख टन कैलशियम कारबाइड बनता है। इसके लिये आवश्यक बिजली बनाने के लिये पास के झरने से पचास हजार हार्स पावर की बिजली ली जाती है।

अब हम उस ढङ्ग पर आते हैं, जो बिजली की भट्टी पर निर्भर है, और जिस से भावी संतति को असंख्य सम्पत्ति मिलेगी। यह ढङ्ग हवा में से बहुत सा नाइट्रोजेन निकालने का है।

प्रत्येक जीवित पौदे को, अनाज के प्रत्येक बाल को,

घास के प्रत्येक डण्ठल और मवेशियों को खिलाने की प्रत्येक हरियाली को नाइट्रोजेन की आवश्यकता है। संसार को आज उस से भी अधिक नाइट्रोजेन की आवश्यकता है, जितना कि उसके पास है। कल के संसार को तो और भी लाखों टन की आवश्यकता पड़ेगी। बिना बिजली की भट्टी के हम बहुत शीघ्र भूखे मरने लगेंगे। अतः सर हम्फ्री डेवी का महत्वपूर्ण आविष्कार हमारी सभ्यता का अनिवार्य भाग हो गया है।

नाइट्रोजेन इस समय वायुमण्डल में से विशेषरूप से नार्वे में ही अधिक निकाला जाता है। क्योंकि उस देश के उदार झरने निःसीम सस्ती बिजली की शक्ति देते हैं।

आर्क की ज्योति की भयंकर उष्णता

आर्क के फुलिंगों की अत्यधिक उष्णता में वायु के ऑक्सीजन और नाइट्रोजेन वह काम करते हैं, जो साधारण परिस्थिति में कभी न होता। वह रासायनिक रूप से मिलकर नाइट्रिक ओक्साइड (Nitric Oxide) नाम का गैस बन जाते हैं। रासायनिक इस गैस से ऐसे-ऐसे काम कर लेते हैं, जिनको वह अकेले नाइट्रोजेन से कभी नहीं कर सकते थे। चूने में इस गैस को मिला देने से चूना नाइट्रेट आफ़ लाइम (Nitrate of lime) हो जाता है। कृषि-कार्यों के लिये इसी पदार्थ को बनाकर बेचा जाता है।

शक्तिशाली एलेक्ट्रोड (Electrodes) में आर्क के फुलिंगे (Arc flames) बनाये जाते हैं। बिजली के मगनेट-द्वारा फुलिंगों को धक्का दिया जाता है, जिसमें भट्टी का दीवारों के अन्दर भयंकर उष्णता के फुलिंगों की बड़ी लम्बी शृङ्खला उत्पन्न हो जाती है। आँखों को अन्धा करनेवाले इस फुलिंगे को बिजली का सूर्य (Electric Sun) कहते हैं। मनुष्य-द्वारा बनाई हुई वस्तुओं में यह वस्तु वास्तविक सूर्य से सब से अधिक मिलती-जुलती है।

इस फुलिंगेवाले सूर्य द्वारा हवा को हँकाया जाता है, जिससे नाइट्रिक आक्साइड (Nitric Oxide) बनता है, जो चूने के पानी (Milk of lime) से भरी हुई बुर्जियों के अन्दर से उस स्थान से जाता है, जहाँ नार्वे का शोरा (Saltpetre) बनाया जाता है।

बिजली की भट्टी का उपयोग यहीं समाप्त नहीं हो जाता। छोटे से रूप में यह गढ़-गढ़कर पीटने के काम भी आती है। लोहे के चक्कर को चलानेवाले लड़की और लड़के इस बात को अच्छी तरह जानते हैं कि जोड़ पर किसी-किसी समय चक्कर किस प्रकार टूट जाता है। लुहार के पास इसको ले जाने पर वह उस चक्कर के टूटे हुए किनारों को यहाँ तक गरम करता है कि वह उष्णता से गरमा जाते हैं, फिर वह उनको बराबर हथौड़े की चोट देता है। तब वह ठीक जुड़ता है।

आर्क के फुलिंगों में काम करनेवाला कारीगर आँखों को क्यों ढके रहता है

लोहे के बड़े-बड़े टुकड़ों और इस्पात को गरम करके हथौड़े से पीटना बड़ा कठिन कार्य है। किन्तु बिजली की करेंट की सहायता से यह कार्य पूरा हो जाता है। यहाँ फिर आर्क के उष्ण फुलिंगे बिजली के मैगनेट के साथ मिल-कर कार्य करते हैं।

मैगनेट का प्रभाव फुलिंगों पर यह पड़ता है कि वह उनको बाहिर फेंकता है अथवा उसको मोड़ देता है। कार्बन के दो बड़े-बड़े डण्डे एक दूसरे से समकोण पर उसके ऊपर चढ़ाये जाते हैं, और मेगनेटिक शक्ति-द्वारा उनके अन्दर धातु के भागों के ऊपर आर्क के फुलिंगे फेंके जाते हैं, जो गरम-गरमाकर एक साथ पीटे जाते हैं। धातु के एक पतले डण्डे को आर्क के फुलिंगों में गरम-करके पीटने से उसकी चाहे जितनी मोटाई की जा सकती है। इसमें यह गल जाते हैं और धातु के हिस्सों के साथ मिलकर एक प्रकार के सरेस के समान काम करते हैं।

इस प्रकार के भारी फुलिंगे से बड़ी भयंकर चौंध लगती है। उसमें काम करने वाले आपेरेटर (Operator) को अपनी दोनों आँखों और माँस पर अँधेरे काँच का पर्दा रखना पड़ता है, अन्यथा उस प्रकाश से आने वाली किरणें उसको हानि पहुँचावेंगी।

शक्तिशाली ऐलेक्ट्रोड (Electrodes) में आर्क के फुलिंगे (Arc flames) बनाये जाते हैं। बिजली के मगनेट-द्वारा फुलिंगों को धक्का दिया जाता है, जिसमे भट्टी की दीवारों के अन्दर भयंकर उष्णता के फुलिंगों की बड़ी लम्बी शृङ्खला उत्पन्न हो जाती है। आँखों को अन्धा करनेवाले इस फुलिंगे को बिजली का सूर्य (Electric Sun) कहते हैं। मनुष्य-द्वारा बनाई हुई वस्तुओं में यह वस्तु वास्तविक सूर्य से सब से अधिक मिलती-जुलती है।

इस फुलिंगेवाले सूर्य द्वारा हवा को हँकाया जाता है, जिससे नाइट्रिक ओक्साइड (Nitric Oxide) बनता है, जो चूने के पानी (Milk of lime) से भरी हुई बुर्जियों के अन्दर से उस स्थान से जाता है, जहाँ नार्वे का शोरा (Saltpetre) बनाया जाता है।

बिजली की भट्टी का उपयोग यहीं समाप्त नहीं हो जाता। छोटे से रूप में यह गढ़-गढ़कर पीटने के काम भी आती है। लोहे के चक्कर को चलानेवाले लड़की और लड़के इस बात को अच्छी तरह जानते हैं कि जोड़ पर किसी-किसी समय चक्कर किस प्रकार टूट जाता है। लुहार के पास इसको ले जाने पर वह उस चक्कर के टूटे हुए किनारों को यहाँ तक गरम करता है कि वह उष्णता से गरमा जाते हैं, फिर वह उनको बराबर हथौड़े की चोट देता है। तब वह ठीक जुड़ता है।

योग्य ही बड़ी होती हैं। यह उष्णता से लाल होजाने वाले बाधा के तारों से, जिनमें करेंट चलाई जाती है, गरम किये जाते हैं। बहुत से वर्तमान कारखानों मे छोटी भट्टियों से औज़ारों को सख्त करने का काम भी लिया जाता है। करेंट के द्वारा उत्पन्न की हुई उष्णता से कुछ क्षारों (Salts) को जलाकर अथवा तरल बनाकर उनमें औज़ारों को डोबा देकर थोड़ा स्नान कराया जाता है। इससे वह सख्त होजाते हैं।

बिजली के आर्क-भट्टी का एक बड़ा भारी उपयोगी कार्य यह है कि वह केवल किसी पदार्थ को गलाती ही नहीं, वरन् उसको अन्य मिश्रणों से पृथक् करके शुद्ध कर देती है। ऐल्यूमीनियम (Aluminium) भी इसी प्रकार बनाया जाता है। इतनी अधिक आश्चर्यजनक हल्की इस चाँदी के समान सफेद धातु को बाक्साइट (Bauxite) नामकी एक धातु को एक आर्क के फुलिंगे की उष्णता से जलते हुये रासायनिक बर्तन में जलाकर बनाया जाता है। बाक्साइट से जिस समय ऐल्यूमीनियम पृथक् होता है, तो भट्टी की तली में आजाता है और वहाँ से वह निकलता है।

अतएव बिजली केवल कच्ची धातु को गलाती ही नहीं, वरन् वह उसमें से धातु को वैज्ञानिकों की अब तक की जानकारी के सबसे अधिक शुद्ध रूप में एकत्रित करती है।

❀ * ❀

इस तरीक़े से इस्पात के बेलन (सिलेन्डर) बनाने, रेलों के जोड़ों को गढ़ने और बहुत से ऐसे कार्यों में काम लिया जाता है, जो एक इञ्जीनियरी की साधारण मरम्मत की दूकान पर किये जाते हैं।

यह इस पुस्तक में दूसरे स्थान पर दिखलाया जा चुका है कि बिजली की करेन्ट धातुओं को किस प्रकार लाल बना देती है। कुछ धातु करेन्ट में बहुत बाधा (Resistance) उपस्थित करते हैं, जिससे वह बहुत उष्ण हो जाते हैं। इस घटना का गढ़ने के कुछ कार्यों में उपयोग किया जाता है। धातु की दो छड़ों को एक किनारे से दूसरे किनारे तक एक साथ दाबकर उनमें करेन्ट छोड़ी जाती है। जब धातु काफ़ी उष्ण हो जाती है, तो दोनों छड़ एक साथ कूद कर एक टुकड़ा हो जाती हैं। एक इञ्च व्यास वाली दो लोहे की छड़ों को जोड़ने के लिए एक मिनट में बाईस हॉर्स-पावर की बिजली की आवश्यकता पड़ती है।

बिजली की छोटी सी भट्टी के अनेक उपयोग

गत वर्षों में बिजली के द्वारा गरम कर करके छेतने के काम का उपयोग इस्पात की चादरों को जोड़ने में किया गया है। जहाज़ इन्हीं चादरों के बनते हैं। इस कार्य से उनमें मेखें लगानी नहीं पड़तीं।

उद्योग-धन्धों में बहुत-सी छोटी-छोटी भट्टियों से काम लिया जाता है। यह केवल एक रासायनिक बर्तन के रखने

निर्देशक पत्थर और अम्बर उन दैवी शक्तियों के एक मात्र आरम्भिक संकेत थे, जो मनुष्य के उपयोग के लिए तैयार थीं। उनकी वृद्धि और विकास की कहानी थेल्स से क्लर्क मैक्सवेल (Clerk Maxwell) तक, गिल्बर्ट से ओएर्स्टेड (Oersted) और फैराडे (Faraday) तक, फ्रैंकलिन से मार्कोनी (Marconi) और हर्ट्ज (Hertz) तक, वान ग्वेरिक की गंधक की गेंदों से आजकल की गरजती हुई बिजली की भट्टियों और जलते हुए बिजली के प्रकाश तक, विज्ञान का अत्यन्त आश्चर्यजनक अध्याय है।

सबसे अधिक आश्चर्य की बात सम्भवतः यह है कि कुछ दिखावटी छोटे-छोटे आविष्कारों का परिणाम क्षणिक था। एक खूँटी से लटके हुए मृतक मेंढक की टाँग का कूदना बड़ी छोटी बात जान पड़ती है, किन्तु उसी घटना से दस सहस्र हॉर्स पॉवर की वर्तमान बैटरी का आविष्कार हुआ है। जब हैन्स क्रिस्चियन ओएर्स्टेड (Hans Christian Oersted) ने देखा कि बिजली की करेंट के पास लाने पर मैगनेटिक सुई चलती थी, तो यह भी बड़ी छोटी-सी बात जान पड़ती थी, किन्तु उसीका परिणाम डाइनैमो है, जो हमारे समस्त नगरों को प्रकाशित करने वाले शक्तिशाली एंजिन की शक्ति है।

पिछले अध्यायों में इसकी आश्चर्यजनक कहानी और आश्चर्यजनक कार्यका थोड़ा-सा वर्णन किया गया है। हमने

ग्यारहवाँ अध्याय

(बिजली के आश्चर्य)

यह कहा जासकता है कि वर्तमान सभ्यता का निर्माण केवल निर्देशक पत्थर (Lodestone) और अम्बर पर हुआ है। इनमें से एक तो पृथ्वी के अन्दर से पाई हुई कच्ची खनिज वस्तु है और दूसरा एक वृक्ष से किसी समय निकाला हुआ गोंद है।

अलाउद्दीन जब अपने जादू के दीपक को रगड़ता था, तो वह एक देव को बुला लेता था, किन्तु जब थेल्स (Thales) अम्बर के एक टुकड़े को रगड़ता था, तो वह देव से भी महत्वपूर्ण एक वस्तु को बुला लेता था। वह ऐसे देव को बुलाता था, जिसका शिर तारों में है। निर्देशक पत्थर में से काटकर बनाया हुआ छोटा-सा घूमता हुआ आकार, जो चीनी कारवानों को तातार के ऊपर मैदानों में से पार लेगया था, मनुष्य को जंगलीपन की उस मरुभूमि से पार ले जाकर सभ्यता के चहलपहल वाले और चमकदार नगरों में लेजानेवाला था।

उसके विषय में पहिला कार्य लीडेन के प्रोफेसर मुस्चेनब्रोक (Musschenbrock) ने लीडेन के घड़े का आविष्कार करके किया। लीडेन के घड़े के तत्व को ही घूमने वाले पत्तरों की उन सब रगड़ की मशीनों में लागू किया जाता है, जिनको हम इतनी अधिक प्रयोगशालाओं में देखते हैं। उससे भी बड़ा दूसरा कार्य वोल्टा ने किया, जिसने टीन, चाँदी या ताँबे के चक्करों से पहिली बिजली की बैटरी को बनाया। उस उद्योग से वह बहुत-सी करेंट का उत्पन्न और एकत्रित करने में समर्थ हो सका। उसके पश्चात बुनसेन, लेक्लाँच (Leclanche), डैनियल (Daniell) तथा दूसरों ने उससे अधिक मजबूत बैटरियाँ बनाई। जेबी लैम्पों और बिजली की घंटियों में इसी प्रकार की बैटरियों से काम लिया जाता है।

दस लाख वोल्ट की बिजली उत्पन्न करने वाला डाइनेमो

यह काफी उन्नति थी। किन्तु वास्तविक उन्नति ओएर्स्टेड के उस आविष्कार से हुई, जो उसने चुम्बकत्व (Magnetism) और बिजली के सम्बन्ध का पता चला कर किया। जब एक बार यह सिद्ध हो गया कि बिजली चुम्बकत्व को उत्पन्न कर सकती है और चुम्बकत्व बिजली को उत्पन्न कर सकता है, तो हम बड़ी सुगमता से

देखा है कि बिजली केवल सब वस्तुओं में की शक्ति का प्रगट रूप है। हमने यह भी देखा है कि यह उन तरीक़ों में से एक है, जिनसे आश्चर्यजनक और रहस्य-पूर्ण पदार्थ—ईथर (Ether) के अस्तित्व का पता चलता है।

यह ईथर सारे आकाश में भरा हुआ है। यह पुद्गल का सार है। यह हमको प्रकाश और उष्णता देता है। इसके आकारों में से एक आकार बिजली है। जादूगर के समान यह रूप बदल लेती है और बारी-बारी से प्रकाश, उष्णता, बिजली, रासायनिक-शक्ति और यंत्रीय शक्ति बन जाती है। हमने इसके रूप परिवर्तन का शासन करना सीख लिया है, जिससे हम एम झरने की शक्ति से प्रकाश बना सकते हैं और एक्यूमूलेटर की यंत्रीय शक्ति से पिस्टनों (Pistons) को चला और पहियों को घुमा सकते हैं। हमको आशा है कि किसी समय हम पुद्गल के समान इसका रूप-परिवर्तन करके इसको कोई गाड़ी चलाने का रूप दे सकेंगे, क्योंकि हम रेडियम तथा रेडिओ से काम करनेवाले दूसरे पदार्थों में यह परिवर्तन अब भी देखते हैं।

किन्तु इस शक्ति को उत्पन्न करना और उसमें परि-वर्तन करना ही काफ़ी नहीं था। बिजली के मनुष्य जाति की बड़ी भारी सेवा करने योग्य होने से बहुत पूर्व ही मनुष्य उसको बनाना और एकत्रित करना जान गये थे।

सकती है। इन डाइनैमो से करेण्ट लम्बे-लम्बे तारों के द्वारा बड़ी-बड़ी दूर तक ले जाई जाती है। निआगरा का बिजली-घर ७५ मील दूर टोरौंटो (Toronto) में बिजली पहुँचाता है।

डाइनैमो में यान्त्रिक शक्ति को ही बदल कर बिजली बना दिया जाता है। किन्तु बिजली के मोटर (Electro-motor) के द्वारा बिजली को फिर यन्त्रीय शक्ति का रूप दिया जा सकता है।

जैसा कि पहले कहा जा चुका है कि बिजली का तभी उत्तम रूप से उपयोग किया जा सकता है, जब उसको उत्पन्न करने के साथ साथ एकत्रित भी किया जा सके। कार्यकारी रूप से लीडन का घड़ा नामवाला ऐक्यूमुलेटर बहुत अधिक उपयोगी नहीं है। इस ओर तब तक विशेष उन्नति नहीं की जा सकी, जब तक सन् १८६० में गैस्टन-प्लान्टे (Caston Plante) ने बिजली का एकत्रित करनेवाला सेल (Electric Storage cell) नहीं बनाया। अब हमारे पास ऐसे-ऐसे सेल ऐक्यूमुलेटर हैं, जिनमें हम चाहे जितनी बिजली एकत्रित कर सकते हैं।

आज कल के ऐक्यूमूलेटरों में सब से बड़ी कमी यह होती है कि उनमें शीशा (Lead) होता है, जिससे वह बहुत भारी होते हैं। अतएव हम मोटरकार में उसकी शक्ति से अधिक बोझ लादे बिना बहुत बड़े ऐक्यूमूलेटर को नहीं

किसी भी यन्त्रीय शक्ति (Mechanical power) को बिजली का रूप दे सकते थे, जिस नमूने से यह परिणाम निकाला गया वह डाइनैमो है।

हम देख चुके हैं कि सब से पहला डाइनेमो एक बड़ी सीधी-सादी मशीन था, और यह बहुत थोड़ी विद्युत्-शक्ति उत्पन्न कर सकता था। जब इस्पात के मैगनेटों के स्थान में बिजली के मैगनेटों से काम लिया गया, तो बड़ी भारी उन्नति हुई। पहले डाइनेमो कुछ वोल्ट के दबाव (Pressure) से ही बिजली उत्पन्न करते थे। किन्तु झरनों से चले हुए कुछ वर्तमान डाइनैमो पचास हजार वोल्ट से भी अधिक की करेण्ट उत्पन्न करते हैं। कनाडा के पॉवर स्टेशन (Power Station) निआगरा जल-प्रपात से साठ सहस्त्र वोल्ट के दबाव की करेण्ट चलती है। और वहाँ दस लाख वोल्ट के योग्य शक्तिवाला डाइनेमो बनाया जा रहा है।

निआगरा किस प्रकार नगर की सड़कों को प्रकाशित करता है

डाइनैमो के द्वारा जल की शक्ति से ही इस समय एक करोड़ हार्स पॉवर की बिजली उत्पन्न की जा रही है। यदि आवश्यकता हो, तो अभी इतने झरने और खाली पड़े हैं कि उनसे करोड़ों हार्स पावर की बिजली और बन

ष्कार करने में किया हुआ उद्योग अत्यन्त महत्वपूर्ण है, तौ भी अभी तक बिजली का पूरा विकास नही हुआ है। यह कहना तो बिलकुल गलत है कि बिजली अभी अपने बचपन में ही है, किन्तु यह अब भी उन्नति कर रही है। इसके विकास और प्रयोगों का कोई अन्त नहीं जान पड़ता। केवल हर्टज़ियन, लहरों और परमाणु (Atom) में विद्युत्-अंशों (Electrons) के आविष्कार से अनेक नयी-नयी संभावनों को मार्ग मिला है। इस बात को कोई नहीं जानता कि यह विशालकाय देव कितना बड़ा हो जावेगा।

❀ ❀ ❀

लाद सकते। किन्तु कनाडा को इन्जीनियर के आविष्कार किए हुए ऐक्यूमूलेटर से हम को आशा है कि बिजली के द्वारा हम सभी सड़कों पर यथेष्ट परिमाण में आ-जा सकेंगे।

हम बिजली से आजकल इतना अधिक कार्य ले रहे हैं। कि हमको कठिनता से विचार उत्पन्न होता है कि बिजली हमारे दैनिक जीवन में कितना अधिक भाग लेती है, किन्तु यदि यकायक बिजली के यह साधन बन्द हो जावें, तो हमारे मकानों में अँधेरा हो जावे, और वर्तमान सभ्यता की बहुत-सी मशीनें काम करना बन्द कर दें। हमारी बिजली की रोशनी, बिजली की घण्टियाँ, टेलीफोन, टेलीग्राफ, मोटरकार, बिजली की डोंगी और बिजली की भट्टियाँ—सब काम करना बन्द कर दें।

बिजली उन्नति कर रही है

बिजली के प्रत्येक विभाग में संसार के उत्तम-से-उत्तम मस्तिष्कवाले काम में लगे हुए हैं। इसके अभ्यासों और आविष्कारों में गणित-शास्त्री, भौतिक विज्ञान वाले (Physicists), रसायन शास्त्री (Chemists) और इन्जीनियर—सभी मिल कर काम कर रहे हैं। नई शक्ति के सिद्धान्त को समझाने में किया हुआ उद्योग—बैटरियों, डाइनैमो और खिचों का आवि-

टेलीग्राफ़ की उत्पत्ति और उसके आविष्कर्त्ता का थोड़ा वर्णन इस पुस्तक के पिछले पृष्ठों में आ चुका है। यहाँ हम को देहली के तार-घर के विषय में बतलाना है, जो प्रतिदिन बम्बई को तार भेजता रहता है, जो भारत के अनेक तार-घरों से कहीं अधिक विकसित है। दोनों नगरों के बीच के तार का सम्बन्ध टेलीग्राफ़ के लम्बे-लम्बे तारों से है। प्रत्येक औज़ार (Instrument) का सम्बन्ध पृथ्वी से भी है। एक औज़ार से दूसरे में जाने वाली बिजली की करेन्ट देहली से बम्बई तक तारों में जाती है, फिर देहली से पृथ्वी के द्वारा वापिस आती है।

समाचार भेजनेवाला तारबाबू (Operator) अपनी तार की डेमी (Morse key) पर बार-बार अँगुली चलाता है। समाचार के पारिभाषिक अक्षरों (Code Letters के अनुसार अँगुली मारने की सँख्या अधिक वा कम होती है।

तार की डेमी अथवा 'मोर्स की' (morse key) स्विच के साधारण रूप के अतिरिक्त और कुछ नहीं होती। जब कभी तार के ऊपर संकेत भेजना होता है, इसके द्वारा करेंट बंद की जा सकती है। इस डेमी अथवा 'मोर्स की' का एक भाग तार-द्वारा बैटरी के एक ध्रुव (Pole) से जुदा होता है। इस डेमी का दूसरा भाग टेलीग्राफ़ की लाइन से जुड़ा होता है। पृथ्वी में दबे हुए गैलवानिक बिजली से

बारहवाँ अध्याय

—·—

बिजली का टेलीग्राफ़

बिजली का टेलीग्राफ़ वह औज़ार है, जो तार पर समाचार भेजता है। यह बात सुगमता से समझ में आ सकती है कि सँसार के मनुष्यों को एक साथ लाने में बिजली के अन्य आविष्कारों की अपेक्षा टेलीग्राफ़ ने अधिक काम किया है।

तार मनुष्यों के विचारों को तुरन्त ही पृथ्वी के किसी भी भाग में पहुँचा देता है, जिससे बड़ी-बड़ी दूरी के अन्तर भी छोटे से जान पड़ते हैं। टेलीग्राफ़ के कारण राष्ट्रों का व्यापार बहुत अधिक बढ़ गया है। लगभग प्रत्येक सभ्य देश के प्रत्येक नगर और अधिकाँश ग्रामों में तार के खम्भे गड़े हुए हैं, जो ताम्बे के उन आश्चर्यजनक तारों के जाल से जकड़े हुए हैं, जिनमें विद्युत-अँश (Electrons) रात-दिन सँसार के समाचारों को इधर से उधर ले जाने के कार्य में लगे रहते हैं।

टेलीग्राफ़ की उत्पत्ति और उसके आविष्कर्त्ता का थोड़ा वर्णन इस पुस्तक के पिछले पृष्ठों में आ चुका है। यहाँ हम को देहली के तार-घर के विषय में बतलाना है, जो प्रतिदिन बम्बई को तार भेजता रहता है, जो भारत के अनेक तार-घरों से कहीं अधिक विकसित है। दोनों नगरों के बीच के तार का सम्बन्ध टेलीग्राफ़ के लम्बे-लम्बे तारों से है। प्रत्येक औज़ार (Instrument) का सम्बन्ध पृथ्वी से भी है। एक औज़ार से दूसरे में जाने वाली बिजली की करेन्ट देहली से बम्बई तक तारों में जाती है, फिर देहली से पृथ्वी के द्वारा वापिस आती है।

समाचार भेजनेवाला तारबाबू (Operator) अपनी तार की डेमी (Morse key) पर बार-बार अँगुली चलाता है। समाचार के पारिभाषिक अक्षरों (Code Letters के अनुसार अँगुली मारने की सँख्या अधिक वा कम होती है।

तार की डेमी अथवा 'मोर्स की' (morse key) स्विच के साधारण रूप के अतिरिक्त और कुछ नहीं होती। जब कभी तार के ऊपर संकेत भेजना होता है, इसके द्वारा करेंट बंद की जा सकती है। इस डेमी अथवा 'मोर्स की' का एक भाग तार-द्वारा बैटरी के एक ध्रुव (Pole) से जुदा होता है। इस डेमी का दूसरा भाग टेलीग्राफ़ की लाइन से जुड़ा होता है। पृथ्वी में दबे हुए गैलवानिक बिजली से

भरे हुए लोहे के अनेक पत्तर होते हैं। बैटरी की दूसरी ध्रुव का सम्बन्ध उन पत्तरों में लगे तार के द्वारा पृथ्वी से होता है।

दिल्ली से चलनेवाली तार की लाइन बम्बई पहुँचने पर तार के कॉएल (लच्छी) के किनारे से जुड़ी होती है। कॉइल का दूसरा किनारा पृथ्वी से जुड़ा होता है। इस कॉइल में एक मैगनेट चढ़ा हुआ है, जो एक डण्डे (Shaft) पर घूम सकता है। इस डण्डे के सामने एक सुई लगी हुई है। काँटे के चलने पर यह सुई औजार (Instrument) के डायल (Dial) के ऊपर एक ओर से दूसरी ओर को घूमती है। जब कि दिल्ली का तार बाबू एक अक्षर के संकेत के लिए डिग्री को दबाता है, लाइन के अन्दर से उस छोटे से कॉएल के चारों ओर इसी समय एक करेण्ट जाती है और वह सुई को एक ओर को घुमाती है। करेण्ट कॉएल से बिजली के मैगनेट के समान काम लेती है। वह कॉएल सुई को हटाता है। एक विन्दु (dot) के लिए करेण्ट-विरोधी दिशा में आजाती है, और सुई डाएल की विरोधी दिशा में चलती है। इस प्रकार समाचार पानेवाला तारबाबू (Operator) औजार की दायीं ओर बायीं ओर की खटखट की आवाजों को सुनकर समाचार को जान लेता है।

शब्द देनेवाला यन्त्र (Sounder) बड़ा साधारण है।

यह उस छोटे से बिजली के मैगनेट के अतिरिक्त और कुछ नहीं है, जो दूर के दफ़्तर के आनेवाली करेण्टों से चुम्बक-शक्तियुक्त (Magnetised) किया जाता है। प्रत्येक बार जब एक करेण्ट मैगनेट को आन्दोलित (excite) करती है, उसकी ओर को एक स्प्रिंग की भुजा (Spring-arm) आकर्षित होजाती है। चलते समय यह भुजा एक धातु की छड़ मे टकराती है, जिससे स्पष्ट शब्द निकलता है। करेंट के बन्द होते ही चुम्बक-शक्ति (Magnet force) नष्ट होजाता है और वह भुजा स्प्रिंग के द्वारा फिर अपने स्थान पर आजाती है। स्प्रिंग-द्वारा वापिस जाने में यह दूसरे विराम (Stop) से टकराती है, जो भिन्न प्रकार का शब्द निकालता है।

स्वयं छापनेवाला टेलीग्राफ़

अब छापनेवाले तारों का विषय लिया जा सकता है। हमने देख लिया है कि टेलीग्राफ़ की करेण्ट किस प्रकार एक लीवर (भुजा) को हिलाती है। अतएव अब यह समझना सुगम है कि टेलीग्राफ़ के संकेत किस प्रकार अपने आप लिखे जाते हैं।

मोर्स का स्याही-लेखक (Morse Ink writer) बहुत कुछ साउण्डर अथवा शब्द देनेवाले के ही समान होता है। किन्तु इसमें मैगनेट के द्वारा आकर्षित होने पर [illegible] हाथ विराम (स्टाप) से नहीं टकराता। इसके

बदले में यह एक छोटे घेरे को दबाता है। यह घेरा एक कागज़ के रिबन के विरुद्ध लगा हुआ स्याही में डूबा होता है। यह घड़ी के समान चलता है। जब टेलीग्राफ़ की लाइन में करेण्ट नहीं होती, भुजा अपने चक्कर-सहित स्प्रिंग-द्वारा पीछे को लगी रहती है और चक्कर एक स्याही की गद्दी में चला जाता है। जिस समय मोर्स सिगनल (मोर्स का संकेत) करेण्ट को उत्पन्न करता है, उसी समय स्याही का पहिया कागज़ से टकरा-टकराकर उस पर छोटे-छोटे या बड़े-बड़े चिन्ह कर देगा। उसके चिन्ह बिन्दु अथवा डैश ही होते हैं।

उन संकेतों को स्मरण कर लेना कम रुचिपूर्ण न होगा। उक्त पारिभाषिक संकेत निम्न-लिखित हैं—

.—	—...	—.—.	—..	.	..—.	——.	....
A	B	C	D	E	F	G	H

..	.———	—.—	.—..	——	—.	———
I	J	K	L	M	N	O

.——.	——.—	.—.	...	—	..—	...—
P	Q	R	S	T	U	V

.——	—..—	—.——	——..
W	X	Y	Z

इस यन्त्रीय तार के बड़े-बड़े लाभ हैं। भेजे जानेवाले समाचार को सुनने की कोई आवश्यकता नहीं रहती; क्यों-

कि वह तो हमारे पास लिखित रूप में स्थायी रूप से रहता है। इस प्रकार स्याही का छोटा पहिया विन्दुओं और डैशों मे समाचार को बहुत शीघ्र-शीघ्र लिख डालता है, और एक बड़े भारी रिवन का रूप धारण कर लेता है।

लाखों शब्दोंवाला मीलों लम्बा कागज़ का रिबन

टेलीग्राफ़ बहुत शीघ्र इतना जन-प्रिय होगया कि सारा संसार अपने समाचार उसके द्वारा भेजने लगा, जिससे इतने बड़े पत्र-व्यवहार को शीघ्रता से निपटाना असम्भव होगया। अब वैज्ञानिकों ने यह सोचना आरम्भ किया कि टेलीग्राफ़ का कार्य किस प्रकार शीघ्र-से-शीघ्र कराया जावे। अन्त में कई ढंग ऐसे निकाले गए कि तार का कार्य स्वयं अपने आप होता रहे। इन आविष्कारों से एक लाइन पर एक मिनट में सैकड़ों शब्द भेजे जाने लगे। कभी तो टेली-ग्राफ़ का समाचार प्राप्त करनेवाले यन्त्र उन यन्त्रों को छाप भी देते थे। 'मोर्स की' (Morse key) से काम लेना छोड़ दिया गया, और उसके टैप (Tap) के बजाय मोर्स के संकेत के विन्दु और डैश कागज़ के एक ऐसे रिबन-द्वारा बतलाए जाने लगे, जिनमें नियमित छेद हुए रहते थे। यह छेद संगीत के यन्त्र पियानो में काम लिए हुए संगीत के गोलों (Music Rolls) के समान थे। रिबन को तैयार करके भेजनेवाले यन्त्र के अन्दर से निकाला जाता है। धातु के छोटे-छोटे ब्रुश कागज़ को ऊपर से साफ़

बदले में यह एक छोटे घेरे को दबाता है। यह घेरा एक कागज़ के रिबन के विरुद्ध लगा हुआ स्याही में डूबा होता है। यह घड़ी के समान चलता है। जब टेलीग्राफ़ की लाइन में करेण्ट नहीं होती, भुजा अपने चक्कर-सहित स्प्रिंग-द्वारा पीछे को लगी रहती है और चक्कर एक स्याही की गद्दी में चला जाता है। जिस समय मोर्स सिगनल (मोर्स का संकेत) करेण्ट को उत्पन्न करता है, उसी समय स्याही का पहिया कागज़ से टकरा-टकराकर उस पर छोटे-छोटे या बड़े-बड़े चिन्ह कर देगा। उसके चिन्ह बिन्दु अथवा डैश ही होते हैं।

उन संकेतों को स्मरण कर लेना कम रुचिपूर्ण न होगा। उक्त पारिभाषिक संकेत निम्न-लिखित हैं—

.—	—...	—.—.	—..	.	..—.	——.	....
A	B	C	D	E	F	G	H

..	.———	—.—	.—..	——	—.	———
I	J	K	L	M	N	O

.——.	——.—	.—.	...	—	..—	...—
P	Q	R	S	T	U	V

.——	—..—	—.——	——..—
W	X	Y	Z

इस यन्त्रीय तार के बड़े-बड़े लाभ हैं। भेजे जानेवाले समाचार को सुनने की कोई आवश्यकता नहीं रहती; क्यों-

कि वह तो हमारे पास लिखित रूप में स्थायी रूप से रहता है। इस प्रकार स्याही का छोटा पहिया बिन्दुओं और डैशों में समाचार को बहुत शीघ्र-शीघ्र लिख डालता है, और एक बड़े भारी रिबन का रूप धारण कर लेता है।

लाखों शब्दोंवाला मीलों लम्बा कागज़ का रिबन

टेलीग्राफ़ बहुत शीघ्र इतना जन-प्रिय होगया कि सारा संसार अपने समाचार उसके द्वारा भेजने लगा, जिससे इतने बड़े पत्र-व्यवहार को शीघ्रता से निपटाना असम्भव होगया। अब वैज्ञानिकों ने यह सोचना आरम्भ किया कि टेलीग्राफ़ का कार्य किस प्रकार शीघ्र-से-शीघ्र कराया जावे। अन्त में कई ढंग ऐसे निकाले गए कि तार का कार्य स्वयं अपने आप होता रहे। इन आविष्कारों से एक लाइन पर एक मिनट में सैकड़ों शब्द भेजे जाने लगे। कभी तो टेली-ग्राफ़ का समाचार प्राप्त करनेवाले यन्त्र उन यन्त्रों को छाप भी देते थे। 'मोर्स की' (Morse key) से काम लेना छोड़ दिया गया, और उसके टैप (Tap) के बजाय मोर्स के संकेत के बिन्दु और डैश कागज़ के एक ऐसे रिबन-द्वारा बतलाए जाने लगे, जिनमें नियमित छेद हुए यह छेद संगीत के यन्त्र पियानो में काम लिए हुए के गोलों (Music Rolls) के समान थे। तैयार करके भेजनेवाले यन्त्र के अन्दर से है। धातु के छोटे-छोटे ब्रुश कागज़

करते रहते हैं। उसके नीचे, जहाँ छिद्र होते हैं, बिजली का सम्बन्ध होता है। तब बिजली की करेण्ट पर इस प्रकार शासन किया जाता है कि वह अपने संकेत छापनेवाले यन्त्र पर करती है, और वह समाचार प्राप्त करनेवाले दूर के तार-घर में कागज़ के रिबन पर छपते रहते हैं। तेज गतिवाला टेलीग्राफ़ बिल्कुल मशीन-जैसा छापता है। उसमें कोई ग़लतियाँ नहीं होतीं। संसार-भर में एक नगर से दूसरे नगर को करोड़ों शब्दों के समाचारों को भेजने में प्रति दिन मीलों लम्बा कागज काम आता है।

टेप मशीन

ऑटोमेटिक (स्वयं कार्य करनेवाले) टेलीग्राफ़ के आश्चर्यों में से एक फ़ीते (टेप) की मशीन है, जिसको प्रायः बड़े-बड़े दफ़्तरों, होटलों और क्लबों में देखा जाता है। खम्बे की मेज (Pedestal) के ऊपर एक छोटा-सा बॉक्स लगा होता है, जो समय-समय पर काम करता हुआ संसार-भर के समाचारों को इस प्रकार छापता रहता है कि उनको सब कोई पढ़ लें। किसी निर्वाचन अथवा क्रिकेट की मैच का परिणाम, पार्लियामेण्ट में उसी समय दिया हुआ कोई भाषण, सोने का मूल्य, किसी दूर देश की खान का लाभ, टीन, गेहूँ अथवा रुई की गाँठों पर दी जानेवाले मूल्य को चलते हुए कागज़ के ऊपर उसी क्षण सैंकड़ों मशीनें छाप देती हैं।

इतिहास की बड़ी-बड़ी घटनाएं घटित होने के साथ-ही-साथ फ़ीते की मैशीन पर छाप दी जाती हैं। समाचार पत्र का एक बड़ा भारी दफ़्तर, जिसका तार के द्वारा संसार-भर के सब बड़े नगरों से सम्बन्ध रहता है, अपने समाचार को फ़ीते की मैशीनों में बाँट देता है; और इस प्रकार हम उस घटना के पश्चात् प्रायः कुछ मिनट में ही किसी महत्वपूर्ण कान्फ्रेंस अथवा किसी बड़ी घटना की कहानी को पढ़ लेते हैं। फ़ीते की मेशीन के समाचारों को पढ़ते हैं। बड़ों-बड़ों के भाग्य बन जाते हैं, और बहुतों के भाग्य फूट जाते हैं।

टेली-राइटर—हज़ार मील दूर पर पेंसिल का अनुसरण करनेवाली पेंसिल

एक अत्यन्त कौतुकपूर्ण यंत्रीय टेलीग्राफ़ (Mechanical Telegraph) को टेलीराइटर (Telewriter) कहते हैं। इस यंत्र की सहायता से हम एक पेंसिल लेकर काग़ज़ पर लिख सकते हैं। जिस समय हम एक पेंसिल लंदन में उठायेंगे, तो सैंकड़ों-सहस्रों मील दूर एक दूसरी पेंसिल भी इस प्रकार उठ जायेगी, मानो जादू हो रहा है। वह दूर की पेंसिल काग़ज़ पर इस प्रकार लिखेगी; जिस प्रकार हाथ लिखता है। आश्चर्य तो यह है कि उसके अक्षर भी वैसे ही होंगे, जैसे हमारे होते हैं। इस आश्चर्य-

जनक यंत्र से, जो पूर्णतया बिजली की करेंटों पर निर्भर रहता है, और जिस पर स्वयं लिखनेवाले का पूरा शासन होता है, कुछ वर्ष पूर्व लंदन में बहुत अधिक काम लिया गया। किन्तु टेलीफ़ोन की उन्नति से इसका महत्त्व कम होगया।

टेलेक्ट्रोग्राफ़ (Telectrograph) अथवा तार-द्वारा चित्र भेजना

समुद्र के अन्दर के बिजली के तारों के विषय में पीछे बतलाया जा चुका है। उनकी कहानी भी बड़ी मनोहर है। सब के मनोहर कार्य जो टेलीग्राफ़ ने अब तक किया है, वह समुद्र पार चित्र भेजना है। यह एक आश्चर्यजनक कार्य दिखलाई देता है। किन्तु समझने पर यह बड़ा सुगम जान पड़ता है। तसवीर को तार से भेजना बहुत अधिक आश्चर्यजनक नहीं है। क्योंकि प्रत्येक चित्र असंख्य छोटे-छोटे टुकड़ों का ठीक उसी प्रकार बना हुआ होता है—जैसे सैंकड़ों अक्षरों का एक लम्बा वाक्य बना होता है। तार-द्वारा चित्र भेजने (Picture Telegraphy) के आविष्कारक ने विचार किया कि चित्र को छोटे-छोटे भागों में तोड़ना चाहिये, और प्रत्येक भाग को तार-द्वारा भेज देना चाहिये। अथवा प्रत्येक भाग के लिए एक ऐसा संकेत रखा जाये कि समाचार लेने वाले यंत्र में वह दोबारा पच्चीकारी

के काम (Mosaic work) के टुकड़े के समान फिर उसी प्रकार बन सके। भेजनेवाली मशीन चित्र के टुकड़े-टुकड़े कर देती है, और प्राप्त करनेवाली मशीन उन टुकड़ों को फिर एक साथ रखकर जोड़ देती है। यह सब कार्य मैशीन से हो जाते हैं।

एक चित्र का बिजली को करेंट-द्वारा बनाया हुआ प्रकाश अथवा शेड

फ्रांस में आजकल उपयोग में आनेवाले एक तरीक़े का आविष्कार एम. बेलिन (M. Belin) ने किया था। इसमें दो सिलेंडरों से काम लिया जाता है। एक से भेजने का, दूसरे से प्राप्त करने का। भेजनेवाले सिलेंडर पर रिलीफ़ (Relief) में बना हुआ फ़ोटोग्राफ़ रखा जाता है। चित्र के अंधेरे भाग उठाये जाते हैं और प्रत्येक शेड (साये) को अपने-अपने प्रकाश या शेड के अनुसार अधिक या कम किया जाता है। सिलेंडर अपने चित्र के साथ घूमता है, और उसके ऊपर एक पिन इस कुण्डलाकार मार्ग पर चलता रहता है। रिलीफ़ चित्र के तल की ऊँचाई और नीचाई के अनुसार पिन ऊपर अथवा नीचे उठती गिरती रहती है। उसकी क्रिया को उस छोटे कॉएल मे की बाधा (Resistance) बदल देती है, जिसमें बिजली की करेंट आरही है। इस प्रकार दूर के स्थान पर भेजी जानेवाली करेंट की शक्ति

बदलती रहती हैं। प्रत्येक परिवर्तन का शासन उस दूर के चित्र की गहराई के अनुसार ठीक-ठीक होता है।

प्राप्त करनेवाली मैशीन का सिलेंडर, जो ठीक उसी गति से घुमाया जाता है, जिससे भेजनेवाला सिलेंडर घूमता है, फोटोग्राफ के शीघ्र-ग्राहक कागज़ के टुकड़े से ढका होता है। उस पर प्रकाश का एक धब्बा पड़ता रहता है। इस प्रकाश के मार्ग में एक छोटा शटर (बन्द करने वाला) लगा होता है, जो बिजली की करेंट की परिवर्तन-शील शक्ति के अनुसार अधिक प्रकाश को बन्द करता है; और कम अथवा अधिक प्रकाश को खोलता है।

अब आगे क्या होता है, यह देखना सुगम है। जिस चित्र के ऊपर भेजने वाले सिलेन्डर पर क़लम चल रहा है, उसके भागों की गहराई के अनुसार प्रतिक्षण शीघ्र ग्राहक कागज़ के ऊपर कम अथवा अधिक प्रकाश खुलता रहता है। जब सिलेन्डर का चलना बन्द हो जाता है, कागज़ को उतार कर विकसित किया जाता है। तब उसके ऊपर एक चित्र दिखलाई देता है। यह चित्र बिल्कुल उस दूर की मशीन पर भेजे हुए चित्र के समान होता है।

टेलेक्ट्रोग्राफ़ (Telectrograph) नाम की मशीन के द्वारा कुछ वर्ष पूर्व पेरिस से लन्दन को और मॉंचेस्टर से लण्डन को बहुत से चित्र भेजे गये थे। इस यन्त्र का आविष्कार मिस्टर थार्नी बेकर (Mr. Thorne Baker).

ने किया था, यह चित्र प्रतिदिन लन्दन के किसी समाचार पत्र में छपा करते थे।

तार-द्वारा अपने हस्ताक्षर भेजना

ऐसी मशीनों से हस्ताक्षरों अथवा लेखों के फ़ोटोग्राफ़ भी टेलीग्राफ़ किये जा सकते हैं। इनके द्वारा एक महाजन किसी महत्वपूर्ण दस्तावेज़ के लिए अपने हस्ताक्षर भेज सकता है और इस प्रकार सम्भवतः लंदन से न्यूयार्क की यात्रा बचाई जा सकती है। इन सब आश्चर्यजनक आविष्कारों से राष्ट्र परस्पर सन्निकट होते जाते हैं और बड़ी-बड़ी दूरी का व्यापार अत्यंत शीघ्र होता जाता है।

टेलीविज़न

इससे भी अधिक महत्वपूर्ण एक आविष्कार और पूर्ण हो चुका है। यह टेलीविज़न (Television) अर्थात् दूर से देखना है। रुहमर (Ruhmer) नाम के एक वैज्ञानिक ने कुछ वर्ष पूर्व बहुत दूर से अक्षरों को देखा था। यदि एक पत्र किसी टेलीग्राफ़ के औज़ार के सन्मुख रखा जावे, तो वही पत्र—अर्थात् उसका वास्तविक प्रतिबिम्ब उसी समय बहुत दूर के पर्दे पर दिखलाई देता है।

किसी दिन हम सुदूरवर्ती मनुष्यों को भी देख सकेंगे

जब रूहमर का देहान्त हुआ, तो वह एक ऐसा यन्त्र बना रहा था, जिससे उसको आशा थी कि मनुष्य टेली-

ग्राफ़ की लाइन पर बातचीत करते समय एक दूसरे को देख भी सकेंगे। यह समस्या भी बहुत कुछ एक चित्र को तार-द्वारा भेजने के समान है। इसमें एक झलक में ही सम्पूर्ण चित्र भेजा जाना चाहिये। इस समस्या को हल करने में आज बहुत से आविष्कारक जुटे हुए हैं। यह निश्चित है कि बहुत शीघ्र पर्याप्त दूरी से मनुष्य को देखा जा सकेगा।

टेलीग्राफ़ की एक शाखा से संसार की जातियाँ एक दूसरे के समीप आती जाती हैं। जातियों को एक दूसरे से दूर करना तो अब बहुत छोटी बात जान पड़ती है। यद्यपि बेतार के तार ने बड़ी भारी क्रान्ति मचा दी है, इसने हमारे स्वप्न की आशाओं को बहुत कुछ पूरा कर दिया है, तथापि संसार के ऊपर मकड़ी के जाले के समान फैले हुए तारों के लिये अब भी बहुत काम बचा रहेगा।

* * *

तेरहवाँ अध्याय

टेलीग्राफ़ का इतिहास

इस बात का उत्तर एक वाक्य में नहीं दिया जा सकता कि टेलीग्राफ़ को किसने बनाया। इसके आविष्कार और विकास में बहुत से व्यक्तियों का हाथ रहा है। एक जंगली आदमी, जो आग जलाकर इसलिए खूब धुआँ उठाता है कि उसके साथी उसको देखकर समझ जावें, ऐसे पुराने ढङ्ग के टेलीग्राफ़ से काम लेता है, जैसा एक समय सब मनुष्य किया करते थे। पलटन का सिगनैलर (सङ्केत करने वाला) भी अपनी झंडी को एक विशेष प्रकार से घुमाकर टेलीग्राफ़ के ही एक दूसरे रूप से काम लेता है। दर्पण लेकर सूर्य की किरणों का प्रतिबिम्ब डालने वाला भी टेलीग्राफ़ की एक और पुरानी रीति से काम लेता है।

हमको उस मनुष्य का नाम निश्चित रूप से विदित नहीं है, जिसने बिजली के टेलीग्राफ़ के विषय में पहिली-पहल बतलाया। उसके वास्ते, थोड़ा-थोड़ा करके मार्ग

बनाया जा रहा था। अनेक कष्ट-सहिष्णु विद्वान् इसके विषय में अनेक प्रकार से उद्योग करते रहे। आरम्भ में तो वह केवल विज्ञान के प्रेम के कारण ही परिश्रम करते जाते थे। उनको तो सम्भवतः इस बात का ध्यान भी नहीं था कि उनके परिश्रम का भविष्य में इतना सुन्दर परिणाम होगा।

बिजली के टेलीग्राफ की बाल्यावस्था उस लीडेनजार (घड़ा) में देखने को मिलेगी, जिसके द्वारा स्टेफेन ग्रे ने बिजली का करेन्ट को एक छोटे से तार में ९०० फुट तक भेजा। सर विलियम वॉटसन ने करेन्ट को एक लीडेनजार से दूसरे में दो मील दूर भेजकर इस विषय में अधिक उन्नति की थी।

वैज्ञानिकों के लिये यह बात कौतुकपूर्ण और आश्चर्य-जनक नवीन अध्ययन की थी। किन्तु यह जान पड़ता है कि इससे कोई भी किसी विशेष परिणाम पर नहीं पहुँचा। यहाँ तक कि सन् १७५३ ई० में एक अज्ञात व्यक्ति ने स्कॉटलैण्ड के एक समाचार पत्र में यह प्रस्ताव किया कि हम इन बिजली की करेन्टों से समाचार भेजने का काम भी ले सकते हैं।

उसकी दो योजनाएं थी। एक तो यह कि प्रत्येक अक्षर के लिए पृथक-पृथक् तार हों, और जिस समय जिस अक्षर का समाचार में स्थान आवे, उसी अक्षर वाले तार

में से करेंट को पास किया जावे। तार के समाचार प्राप्त करने के किनारे पर करेंट एक काग़ज़ के टुकड़े को आन्दोलित (Agitate) करेगी, और काग़ज़ पर वही अक्षर छप जावेगा। अथवा करेंट एक स्वयं स्वाही देने वाले यंत्र (Automatic Inker) पर काम कर सकती है, जो उस अक्षर के स्थान में कोई भी संकेत बना देगी।

दूसरा प्रस्ताव कुछ अच्छा था। इसके अनुसार केवल एक ही तार रखना था। उसके किनारे पर एक गेंद को बिजली की करेंट से इस प्रकार हिलाया जावे कि वह एक घंटी में जा लगे और उस घंटी के संकेत ही अक्षरों के समान पढ़े जावें।

इस बात का कोई प्रमाण नहीं मिलता कि वह व्यक्ति कौन था। यद्यपि कुछ लोगों का विश्वास है कि वह ग्रीनाक का डाक्टर चार्लेस मारीसन (Charles Morrison) था। वह मनुष्य अवश्य बड़े स्पष्ट मस्तिष्क का होगा। क्योंकि उसने बिजली के संकेत ठीक उसी ढँग से बतलाए थे, जिस ढँग से वह आजकल दिए जा रहे हैं।

किन्तु उस समय जो कुछ भी प्रस्ताव किया गया था, मनुष्यों के पास उसको कार्यरूप में परिणत करने के साधन नहीं थे। वह एक अच्छा टेलीग्राफ़ बनाने के लिए पर्याप्त-शक्ति की बिजली प्राप्त नहीं कर सकते थे। वोल्टा का आविष्कार ही नये क्षेत्र में सफलता के लिए राजमार्ग

समझा गया। हम्फ्री डेवी और माइकेल फैरैडे ने बिजली के कुछ सबसे बड़े रहस्यों और उनके प्रभाव का पता लगा कर टेलीग्राफ के वास्ते बहुत कार्य किया। फैरैडे एक लुहार का पुत्र था। उसने पता लगाया कि जिस तार में कोई करेंट न चल रही हो उसको मैगनेट बिजली से भर सकता है।

इस प्रकार मनुष्य एक बड़ी शक्ति का इच्छानुसार शासन करने लगा। वह अपनी आवश्यकता के अनुसार चाहे जितनी बिजली उत्पन्न कर सकते थे, और जितनी चाहे खर्च करते थे।

किन्तु फैरैडे के आविष्कार से भी टेलीग्राफ प्रथम नहीं आया। इसके बनाने वाले को बड़ी भारी सावधानी, चिन्ता, धन लगाना पड़ा और फिर भी उसको निराशा ही हुई। इसका आविष्कारक फ्रांसिस रोनाल्डस् था, जो बाद में सर फ्रांसिस होगया था। वह लन्दन के एक व्यापारी का पुत्र था। उसका जन्म सन् १७८८ में हुआ था, और उसी समय बिजली की समस्या की ओर जनता का बहुत अधिक ध्यान आकर्षित हुआ था।

लन्दन के बगीचे में आठ मील का तार बनवाने वाला व्यक्ति

जब वह बड़ा हुआ तो दत्तचित्त होकर विद्याध्ययन करने लगा। वह हैमरस्मिथ के अपने बाग में टेलीग्राफ प्रणाली

का आठ मील लम्बा तार लगवाने में सफल होगया। उसने बाग़ के चारों ओर तार के कई चक्कर लगवा दिये, जिससे उसके तार की पूरी लम्बाई उसीमें काम आजावे। तब उसने रगड़ से बिजली उत्पन्न करने का प्रबन्ध किया, और वह अपने तार के अन्दर से करेंट को ले जासका। उसके प्रत्येक किनारे पर एक डाएल था, जो करेंट द्वारा कार्य करते हुए एक छेद के समान एक पत्र को खोल देता था। इस प्रबन्ध का शासन दो गूदे की गेंदों (Pith blls) के कार्य से होता था और उनके ही अन्दर से करेंट आती थी। अपनी मशीन को पूर्ण करके रोनाल्डस् ने वह सरकार को दे दी। सरकार के पास उस समय तक लकड़ी के संकेत थे, जिन पर हाथ से काम किया जाता था। किन्तु सरकार ने उसकी एक बात न सुनी और रोनल्डस् ने टेलीग्राफ़ी को छोड़ दिया।

अब यह क्षेत्र दूसरों के लिए छोड़ दिया गया। हँसमुख और निस्वार्थ व्यक्ति होने के कारण वह इस बात में प्रसन्न होता था कि जहाँ वह फेल होता है [illegible] दूसरे प्रसन्न हों। उसने मरने से पूर्व देश भर में टेलीग्राफ़ को काम करते हुए देख लिया। इसकी अंतिम सफलता का श्रेय सर चार्लेस व्हीटस्टन (Sir Charles Wheatstone) को है। यह सन् १८०२ में उत्पन्न हुआ था और सन् १८७५ में मर गया। सफलता का श्रेय सर विलियम

फोथरगिल कुक (Sir Williain Fothergill Cooke) को भी है, जो सन् १८०६ में उत्पन्न हुए और सन् १८७९ में मर गए।

एक व्यापारी तथा एक बुद्धिमान् ने किस प्रकार पहली पहल टेलीग्राफ़ बनाया

यह आश्चर्य की बात है कि यह दोनों व्यक्ति इस काम के करने में एक साथ जुट गए। कुक बहुत समय तक हमारे भारत की सेनाओं में रहा था। वह एक डाक्टर हो गया। व्हीटस्टन ग्लॉसेस्टर के एक बाजा सुधारने वाले का पुत्र था। वह लन्दन में एक बाजा बेचने वाले की दूकान पर भेज दिया गया।

इन दोनों को ही विज्ञान से प्रेम था, और यह दोनों ही बिजली के अध्ययन में विशेष रूप से आकर्षित थे। व्हीटस्टन किंग कालेज में प्रोफेसर बना दिया गया। उसने कालेज के तंग कमरे में अनेक महत्वपूर्ण प्रयोग किये। उनमें से एक बिजली की गति की परीक्षा भी थी कि वह तार में से कितनी गति से जाती है।

कुक ने—जिस समय वह योरोप में डाक्टरी सीख रहा था,—बिजली के टेलीग्राफ़ के विषय में सुना था। उसके तेज मस्तिष्क ने तुरन्त देख लिया कि इसमें बहुत बातें सम्भव थीं। अतएव अपने को इस काम में लगाकर वह

इंगलैण्ड आया और व्हीटस्टन के साथ साजे में काम करने लगा।

परिणाम बहुत अच्छा हुआ। कुक एक चतुर व्यापारी था और व्हीटस्टन बहुत बुद्धिमान् था। उन्होंने इंगलैण्ड में काम में लाये हुए प्रथम कार्य-कारी टेलीग्राफ़ को बनाया।

यह पहली पहल सन् १८३८ में लन्दन और ब्लैक-वाल को रेलों में लगाया गया था।

जिस समय यह दो व्यक्ति इंगलैण्ड में कार्य कर रहे थे, सैमुएल मोर्स इनसे भी अधिक लाभ अमरीका को पहुँचा रहा था। वह चार्ल्सटाउन में सन् १७९१ में उत्पन्न हुआ था। वह एक सफल चित्रकार और संगतराश था। वह सन् १८११ में इंगलैण्ड में कला की शिक्षा प्राप्त करने के लिए आया था। सन् १८३२ मे हैवर (Havre) से अमरीका की यात्रा करते समय जहाज पर उसकी डाक्टर जैक्सन से भेंट हुई; और उन्होंने बिजली के सम्बन्ध में वाद-विवाद किया।

सँसार को प्रसिद्ध सँकेत शास्त्र देने वाला कलाकार

मोर्स ने अपने वार्तालाप के विषय में विचार किया। और जब वह वापिस अमरीका में आया उसने इस समस्या को हल करने के लिए कठोर परिश्रम करना आरम्भ किया। परिणाम स्वरूप उसने एक ऐसा टेलीग्राफ़ बनाया, जिसमें

बैटरी और मैगनेट महत्वपूर्ण कार्य करते थे। उसने टेली-ग्राफ़ी में सब कहीं काम आने वाली साँकेतिक वर्णमाला भी बनाई। अन्य बहुत से व्यक्तियों ने भी टेलीग्राफ़ के विषय में महत्वपूर्ण कार्य किया है। किन्तु उनका कार्य कला-सम्बन्धी (Technical) है। सन् १८७४ में एडीसन (Edison) ने अकेले तार की आवागमन की योग्यता को बढ़ाने का कार्यकारी ढङ्ग निकालकर इस विषय में बड़ी भारी उन्नति की। आरम्भ में उन्होंने एक ही तार में दो विरोधी दिशाओं में दो समाचार एक ही समय में भेजे। फिर उन्होंने इसमें उन्नति करते हुए एक ही दिशा में एक साथ दो समाचार भेजे। इन दोनों प्रणालियों को मिलने से इतनी उन्नति हुई कि एक तार में एक साथ ही दो-दो दिशाओं में दो-दो समाचार दिये जाने लगे। उक्त प्रणालियों को टेलीग्राफ़ी की प्रगुणित प्रणाली (multiplex System) कहते हैं, और वह हमारे समय के सबसे बड़े आविष्कारक एडीसन के मस्तिष्क से उत्पन्न हुई है।

एडीसन के कार्य से टेलीग्राफ़ी को बड़ी भारी सहायता मिली। इसका बड़ा भारी प्रचार हुआ। किन्तु सबसे बड़ी उन्नति तभी हुई, जब इंगलैण्ड की मुख्य-मुख्य रेलवे कम्पनियों ने कुक और व्हीटस्टन की प्रणाली को अपना लिया। क्योंकि उस समय से ही टेलीग्राफ़ी में नवीन युग का आरम्भ हुआ।

उस समय से न केवल इंगलैण्ड में वरन् सारे संसार में टेलीग्राफ़ से काम लिया गया। जितना ही अधिक तेज़ और दूर हम चलते जाते हैं, उतना ही तेज़ हमारा समाचार भी जाना चाहिए। जिस समय वाष्प के जहाज़ ने ऐटलांटिक महासागर को पार करना आरम्भ किया, मनुष्य ऐसे उपाय को सोचने लगे कि किसी प्रकार हम शीघ्र-से-शीघ्र दूसरे देशों के साथ पत्र व्यवहार भी करने लगें। हमने देख लिया कि टेलीग्राफ का प्रचार किस प्रकार हुआ। किन्तु उसके आकाश को जीतने के मार्ग में अब भी बहुत सी कठिनाइयाँ थीं। यह महासागर किस प्रकार पार किया जाना था ?

आविष्कारों और विचारों से भरा हुआ प्रतापी जीवन

इस समय वैज्ञानिक सँसार में अत्यन्त प्रसिद्ध लार्ड-केल्विन को बधाई देनी चाहिए। वह १८२४ में बेल्फास्ट में उत्पन्न हुआ था और वह एक गणित के प्रोफेसर का पुत्र था। उस समय उसका नाम विलियम टामसन (Witliam Thomson) था। उसने आरम्भ में ही ग्लासगो विश्वविद्यालय में प्रवेश किया। जन्म-भर उसने अत्यन्त कठिन समस्याओं अर्थात् सभी अवस्थाओं में बिजली की करेण्टों की सामर्थ्य, कार्य और परिणामों के विषय में कार्य किया। बहुत से व्यक्तियों को यह विषय

रूखा और व्यर्थ का ज्ञान पड़ता होगा। किन्तु उसका तेज़ मस्तिष्क अपने कोमल प्रयोगों और गम्भीर परिगणनों (Calculations) के परिणाम से किए गए आविष्कारों को कार्यकारी रूप में लाने में समर्थ हुआ। उसके कार्य का एक परिणाम समुद्री तार थे, जो समुद्र की तली में बिछे हुए संसार भर को जाते हैं। तौ भी यह लार्ड केल्विन के टेलीग्राफ़ी के सम्बन्ध के कार्यों का केवल एक अंश है। उसके कुछ अत्यन्त कोमल और सुन्दर काम बेतार के तार द्वारा समाचारों को लेना और भेजना है। लार्ड केल्विन ने बहुत दिनों तक एक प्रतापी जीवन व्यतीत किया। उसका जीवन विचारों और आविष्कारों से भरा हुआ है। संसार-भर में नाम पाकर वह १७ दिसम्बर सन् १९०७ में परलोकवासी हुआ।

लार्ड केल्विन के कार्य से उस सबसे बड़ी उन्नति का मार्ग तय्यार हो गया, जो टेलीग्राफ़ी के सम्बन्ध में सोची जा रही थी। अब विशाल ऐटलांटिक महासागर का पुल बांधने और महासागर की तली में से बिजली की करेण्ट ले जाने का काम सामने आया। ऐटलाण्टिक महासागर की तली में तार बिछानेवाला एक बड़ा भारी प्रसिद्ध बिजली का एन्जीनियर था। उसका नाम सर चार्लेस ब्राइट (Sir Charles Bright) था। उसका पुत्र अब भी उसके नाम को जीवित रखे हुए है।

समुद्र की तलहटी में बिछे हुए पहिले समुद्र तार

उसने भी मारकोनी की अवस्था में ही जीवन-संग्राम में विजय प्राप्त कर ली। क्योंकि उसने केवल २६ वर्ष की अवस्था में ही ऐटलाण्टिक महासागर की तला में तार बिछाया था।

ब्राइट से पूर्व एक और व्यक्ति ने भी इस समस्या को हल करने का उद्योग किया था। सर विलियम ओशोघनेसी ब्रुक (Sir William-O-Shaughnessy Brooke) सन् १८३८ में भारतवर्ष में एक ऐसे तार में से समाचार भेजने में सफल हो गए, जो एक नदी के अन्दर से जा रहा था। सैमुएल मोर्स (Samuel Morse) ने न्यू-यार्क बन्दरगाह में ताम्बे के तार में से समाचार भेजा। कार्य बड़ा भारी महत्वपूर्ण था. किन्तु वह उस समय अत्यन्त निर्धन था। उसने लिखा कि "मैं साधनों के अभाव से बर्बाद हो गया हूँ। मेरे मौजे मेरी माता के पास जाना चाहते हैं और मेरा हैट भी अब बिल्कुल जीर्ण हो चुका है।

इसके पश्चात् एज़रा कॉरनेल (Ezra Cornell) नाम के एक अमरीकन ने पानी के अन्दर बारह मील तक एक तार से काम लिया, यह बात सन् १८४५ की है। समुद्री तार ने कुछ माह तक अच्छा काम किया, किन्तु बाद में वह बरफ़ से टूट गया। कारनेल केवल इस कार्य

के ही लिए स्मरण योग्य नहीं है, किन्तु यह प्रसिद्ध कार्नेल विश्वविद्यालय का संस्थापक भी है। सन् १८४६ में चारलेस वेस्ट (Charles West) नाम के एक अँगरेज़ ने इङ्गलैण्ड से फ्राँस तक एक लाइन बिछाने का उद्योग किया। वह पोर्टस्माउथ (Portsmouth) बन्दरगाह तक पहुँच भी गया। यहाँ उसने अपने तार के किनारे को किश्ती में पकड़े हुए उसके द्वारा किनारे पर सन्देश भेजा। वह भी निर्धनता के कारण अपने प्रयोग को पूरा न कर सका।

समुद्री तारों के सम्बन्ध में प्रथम वास्तविक सफलता बड़ी आश्चर्यजनक थी। इङ्गलिश चैनेल में सन् १८४९ ई० की जनवरी में दो मील तक एक समुद्री तार बिछाया गया। फिर उसको फोकस्टन ((Folkestone) स्थल पर लाकर एक ८३ मील लम्बे तार से जोड़ दिया गया। यह लन्दन को और वहाँ से वापिस उक्त जहाज़ को सन्देश भेजता था, जो इस समुद्री तार के किनारे को पकड़े रहता था।

समुद्री तार को अपने जाल में खींचनेवाला मछियारा

अब इंगलैण्ड और अमरीका के बहुत से विद्वान् इस ओर लग गये। अमरीका में साइरस फील्ड (Cyrus

Field) नाम के एक व्यक्ति ने अमरीका से इंगलैण्ड तक समुद्री तार लगाने का बेहद उद्योग किया। इस व्यक्ति ने पहले कागज बनाने में बड़ी भारी सम्पत्ति पैदा की थी। किन्तु अन्त में इसकी बड़ी निर्धन दशा में मृत्यु हुई। इंगलैण्ड में जैकब और जान वाटकिन्स ब्रेट (Jacob & John Watkin's Brett) नाम के दो भाई फ्राँस तक समुद्री तार बिछाने के लिए सरकारी आज्ञा प्राप्त करने का उद्योग कर रहे थे। बहुत दिनों के पश्चात् बड़े कष्टों को सहन करके उन्होंने पूरी तौर से अपने खर्चे से डोवर (Dover) से कैले (Calais) तक समुद्री तार बिछा दिया।

सन् १८५० में समुद्री तारवाला जहाज रवाना हुआ और तार शीघ्र ही कैले में उतार लिया गया। दोनों देशों के शासकों ने उसके ऊपर सन्देश भेजे। किन्तु इसके पश्चात् वह समुद्री तार टूट गया। एक अज्ञानी मछियारे ने उसको अपने जाल में खींचकर तोड़ डाला। तो भी वह तार अपने उद्देश को पूरा कर देता था। शीघ्र ही उसके स्थान में नया तार डाला गया और दूसरे बहुत से तार भी डाले गये।

अब ऐटलांटिक महासागर के अन्दर समुद्री तार डालने का गम्भीर प्रस्ताव आया। इस कार्य के लिए नवयुवक चार्ल्स टिल्सटन ब्राइट (Charles Tilston Bright)

चुना गया। बुद्धिमान् आदमी अब भी यही कहते थे कि यह कार्य नहीं हो सकता। वह कहते थे कि गहरे समुद्र की तली में तार डुबाना असम्भव है और यदि वह डूब भी गया तो उसमें से सांकेतिक सन्देश नहीं जा सकेंगे। इस समय ब्रेट्स (Brets) साइरस फील्ड (Cyrus Field) से मिल गया। साइरस फील्ड इस समय इङ्गलैण्ड आया हुआ था। उन्होंने मिलकर एक कम्पनी बनाई और ब्राइट को इस काम पर नौकर रखा कि वह ऐटलांटिक महासागर की तली में टेलीग्राफ़ लगाकर इंगलेण्ड को अमरीका से मिला देवे।

ब्राइट बिल्कुल ही नवयुवक था। किन्तु वह बुद्धिमान् बहुत था। उसमें संकल्प और साहस की कमी न थी। वह सन् १८३२ में पैदा हुआ था। यदि उसके पिता ने बहुत सा धन नष्ट न कर दिया होता तो वह आक्सफर्ड विश्वविद्यालय में चला जाता। अतएव उसको आजीविका उपार्जन करनी पड़ी। वह उन्नीस वर्ष की अवस्था में ही टेलीग्राफ़ी में बहुत अच्छा काम करने लगा था।

मध्य महासागर में तार का टूटकर डूब जाना

समुद्री तार का एक किनारा ५ अगस्त सन् १८५७ ई० को वैलेनशिया के पास आयर्लैण्ड में लाया गया। दूसरे दिन से ही इस चढ़ाई के यात्रियों ने अपना काम आरम्भ

कर दिया। एक जंगी जहाज़ ब्रिटिश सरकार ने और एक अमरीकन सरकार ने दिया था। जहाज़ के रवाना होते ही समुद्री तार जहाज़ पर लादकर ले जाया जाने लगा। वैलेनशिया (Velentia) से अमरीका के आधे मार्ग का तार निआगरा नाम के अमरीकन जंगी जहाज़ को डालना था और इसके पश्चात् शेष आधा कार्य मध्य ऐटलाँटिक से ब्रिटिश जंगी जहाज़ एच. एम. एस. ऐगामेमनन को पूरा करके तार को न्यूफाउंडलैण्ड पहुँचाना था।

इंगलैण्ड से रवाना होकर दोनों जहाज़ ३८० मील तक ही आये थे कि समुद्री तार चटख गया और जहाज़ों को टूटे हुए तार को समुद्र की तली में छोड़कर प्लाईमाउथ (Plymouth) को वापिस आना पड़ा। अब यह आवश्यक हो गया कि ९०० मील का तार और मोल लेने के लिये रुपयों का और प्रबन्ध किया जावे। उस समय यह ख़र्चा वास्तव में बड़ा भयंकर था। रुपये का प्रबन्ध होगया और तार खरीद लिया गया। जहाज फिर जून १८५८ में रवाना हो गये। ऐटलांटिक में आने पर उनको एक भयंकर तूफ़ान का मुक़ाबिला करना पड़ा, जो एक सप्ताह तक रहा। ब्राइट के जहाज़ की प्रायः प्रत्येक वस्तु टूट गई। बहुत से आदमी जख्मी हो गये। जहाज़ पर इतनी बुरी तरह से ज़ोर पड़ा कि वह बार-बार लगभग डूब सा जाता था और उससे वह कीमती तार समुद्र में छूट पड़ा।

चुना गया। बुद्धिमान् आदमी अब भी यही कहते थे कि यह कार्य नहीं हो सकता। वह कहते थे कि गहरे समुद्र की तली में तार डुबाना असम्भव है और यदि वह डूब भी गया तो उसमें से सांकेतिक सन्देश नहीं जा सकेंगे। इस समय ब्रेट्स् (Brets) साइरस फील्ड (Cyrus Field) से मिल गया। साइरस फील्ड इस समय इङ्गलैण्ड आया हुआ था। उन्होंने मिलकर एक कम्पनी बनाई और ब्राइट को इस काम पर नौकर रखा कि वह ऐटलांटिक महासागर की तली में टेलीग्राफ लगाकर इंगलैण्ड को अमरीका से मिला देवे।

ब्राइट बिल्कुल ही नवयुवक था। किन्तु वह बुद्धिमान् बहुत था। उसमें संकल्प और साहस की कमी न थी। वह सन् १८३२ में पैदा हुआ था। यदि उसके पिता ने बहुत सा धन नष्ट न कर दिया होता तो वह आक्सफर्ड विश्वविद्यालय में चला जाता। अतएव उसको आजीविका उपार्जन करनी पड़ी। वह उन्नीस वर्ष की अवस्था में ही टेलीग्राफी में बहुत अच्छा काम करने लगा था।

मध्य महासागर में तार का टूटकर डूब जाना

समुद्री तार का एक किनारा ५ अगस्त सन् १८५७ ई० को वैलेनशिया के पास आयर्लैण्ड में लाया गया। दूसरे दिन से ही इस चढ़ाई के यात्रियों ने अपना काम आरम्भ

कर दिया। एक जंगी जहाज़ ब्रिटिश सरकार ने और एक अमरीकन सरकार ने दिया था। जहाज़ के रवाना होते ही समुद्री तार जहाज़ पर लादकर ले जाया जाने लगा। वैलेनशिया (Velentia) से अमरीका के आधे मार्ग का तार निआगरा नाम के अमरीकन जंगी जहाज़ को डालना था और इसके पश्चात् शेष आधा कार्य मध्य ऐटलाँटिक से ब्रिटिश जंगी जहाज़ एच. एम. एस. ऐगामेमनन को पूरा करके तार को न्यूफ़ाउंडलैण्ड पहुँचाना था।

इंगलैण्ड से रवाना होकर दोनों जहाज़ ३८० मील तक ही आये थे कि समुद्री तार चटख गया और जहाज़ों को टूटे हुए तार को समुद्र की तली में छोड़कर प्लाईमाउथ (Plymouth) को वापिस आना पड़ा। अब यह आवश्यक हो गया कि ९०० मील का तार और मोल लेने के लिये रुपयों का और प्रबन्ध किया जावे। उस समय यह खर्चा वास्तव में बड़ा भयंकर था। रुपये का प्रबन्ध होगया और तार खरीद लिया गया। जहाज़ फिर जून १८५८ में रवाना हो गये। ऐटलांटिक में आने पर उनको एक भयंकर तूफ़ान का मुक़ाबिला करना पड़ा, जो एक सप्ताह तक रहा। ब्राइट के जहाज़ की प्रायः प्रत्येक वस्तु टूट गई। बहुत से आदमी ज़ख़्मी हो गये। जहाज़ पर इतनी बुरी तरह से ज़ोर पड़ा कि वह बार-बार लगभग डूब सा जाता था और उससे वह कीमती तार समुद्र में छूट पड़ा।

ऐटलांटिक पर विजय

दूसरी यात्रा भी असफल हुई और इंगलैण्ड में बड़ी निराशा का अनुभव किया जाने लगा। तो भी कुछ दृढ़चित्त मित्रा इस चोट को भी सह गये। एक बार फिर दोनों जहाज़ आधा-आधा तार लेकर महासागर में घुस गये और मध्य भाग में जाकर पृथक्-पृथक् हो गये। इस बार दोनों जहाज तार के स्थल के किनारे को थामे हुए महासागर के मध्य भाग में निश्चित स्थान पर आ मिले। इस प्रकार तार का एक कोना वेलेंशिया में बाँधा गया और दूसरा कोना व्हाइट स्टैण्ड की खाड़ी (White Stand-Bay) पर रोक कर न्यूफाउंडलैण्ड (New found land) में बाँध दिया गया। इंगलैण्ड में धन संग्रह करने वाले अँगरेज़ मित्रों ने अमरीका में धन संग्रह करने वाले अपने अमरीकन मित्रों को समुद्री तार द्वारा बधाई के सँदेश भेजे कि परिश्रम सफल हो गया।

तब प्रथम सार्वजनिक समाचार इंगलैण्ड की महारानी विक्टोरिया द्वारा संयुक्त राज्य अमरीका के राष्ट्रपति को भेजा गया। यह तार २००० मील लम्बा था। इससे सिद्ध हो गया कि बिजली के द्वारा इतनी-इतनी दूर तक भी सँदेश भेजे जा सकते थे। उस समय कुल ७३२ सँदेश भेजे गये। तब दो माह के पश्चात् एक दुःखद दिन तार ने काम करना बन्द कर दिया।

अगले दो वर्ष में एक नई कम्पनी बनी और सन् १८६५ ई० में ग्रेट ईस्टर्न (Great Eastern) नाम का उस समय तक बना हुआ सबसे बड़ा जहाज़ पहले की अपेक्षा बहुत अधिक मज़बूत तार को लेकर रवाना हुआ। यह तार २३०० मील लम्बा और ४००० टन भारी था। किन्तु आपत्ति फिर आई और तार टूट गया।

फिर भी एक और तार भेजा गया। इस तार का भेजना पूरी तौर से सफल हो गया; और २७ जौलाई सन् १८६६ ई० को आयरलैण्ड और न्यूफाउंडलैण्ड उसके द्वारा जोड़ दिये गये।

महासागरों की तली में से संदेश ले जानेवाले समुद्री तार

अन्त में इञ्जीनियरों के साहसपूर्ण कार्य को सफलता का श्रेय मिल ही गया। ग्रेट ईस्टर्न के तार के कार्य के अध्यक्ष इञ्जीनियर सर सैमुअल कैनिंग (Sir Samuel Canning) थे। किन्तु इस समय सर चार्लस ब्राइट (Sir Charles Bright) मुख्य परामर्शदाता थे। अतएव ऐटलांटिक के तारों के पिता वही समझे जाते हैं। उन्होंने समुद्री तारों के डालने में और भी बहुत-सा कार्य किया। सन् १८८८ में अपनी मृत्यु से पूर्व उन्होंने सभी प्रधान महासागरों में तार लगा हुआ देख लिया। उस

चौदहवाँ अध्याय

टेलीफ़ोन

जिस समय यह आविष्कार हुआ कि बिजली का मैगनेट पतली धातु के एक टुकड़े को हिलाने से इस प्रकार की थरथरी अथवा कम्प उत्पन्न कर सकता था जिससे शोर होता था; तो इस बात के लिये अनेक प्रयोग किये गए कि मनुष्य के शब्द को भी दूरी तक भेजा जावे।

बिजली की करंटों के कार्यों में टेलीफ़ोन का आविष्कार सब से सरल, सबसे बड़ा और सब से अधिक शानदार है। टेलीफ़ोन के द्वारा आवाज़ को समुद्र पार भी सुना जा सकता है।

टेलीफ़ोन के आविष्कार की कहानी और उसकी कार्य-शैली का वर्णन पिछले पृष्ठों में किया जा चुका है। अब यहाँ उसका वर्णन संक्षेप में किया जाता है। जब हम एक शब्द बोलते हैं, तो वायु में कम्प उत्पन्न होती है। प्रत्येक भिन्न शब्द हवा में भिन्न प्रकार की कम्प उत्पन्न करता है।

समय मन के समान शीघ्र गति से समुद्रों के अन्दर से समाचारों का खूब आवागमन होने लगा था।

ऐटलांटिक को पार करनेवाले कुछ तार २००० मील तक फैले हुए हैं। ऐटलाण्टिक के तार में ७०० टन ताम्बा लगा था और उसको अलग करने में ३५० टन गटा-पार्चा लगा था। करेण्ट को ले जानेवाले तार के लच्छे में ताम्बे के सात तार होते हैं। वह गटा-पार्चा की तह में बन्द रहते हैं। उसको एक कोर कहते हैं। इस कोर (Core) को हानि न पहुँचने देने और बल पहुँचाने के लिए इसको इस्पात के मुलायम तारों से ढक देते हैं, जो उसके चारों ओर कुण्डलाकार रूप से लिपटे रहते हैं। इसको कवच तार (Armour wire) कहते हैं। तारों के बाहिर फिर दो लपेट और होते हैं। एक तो जूट का और उसके ऊपर सोपस्टन (Soapstone) का।

कोई आविष्कार कितना ही बड़ा क्यों न हो, वही केवल वहीं नहीं रहता, जहाँ से वह आरम्भ होता है। उन्नति उसमें भी अवश्य होती है। बिजली के तार की प्रथम सफलता के बाद से संसार के इस आश्चर्य में अधिकाधिक और आश्चर्यमय कार्य होते गए।

* * *

चौदहवाँ अध्याय

टेलीफ़ोन

जिस समय यह आविष्कार हुआ कि बिजली का मैगनेट पतली धातु के एक टुकड़े को हिलाने से इस प्रकार की थरथरी अथवा कम्प उत्पन्न कर सकता था जिससे शोर होता था; तो इस बात के लिये अनेक प्रयोग किये गए कि मनुष्य के शब्द को भी दूरी तक भेजा जावे।

बिजली की करंटों के कार्यों में टेलीफ़ोन का आविष्कार सब से सरल, सबसे बड़ा और सब से अधिक शानदार है। टेलीफ़ोन के द्वारा आवाज को समुद्र पार भी सुना जा सकता है।

टेलीफ़ोन के आविष्कार की कहानी और उसकी कार्य-शैली का वर्णन पिछले पृष्टों में किया जा चुका है। अब यहाँ उसका वर्णन संक्षेप में किया जाता है। जब हम एक शब्द बोलते हैं, तो वायु में कम्प उत्पन्न होती है। प्रत्येक भिन्न शब्द हवा में भिन्न प्रकार की कम्प उत्पन्न करता है।

इन कम्पनों को हम वायु की तरङ्गे अथवा लहर (Air waves) कहते हैं। किन्तु वायु की लहर शब्द को इतनी दूर और इतनी शीघ्रता से नहीं ले जा सकती, जितना बिजली ले जाती है। अतएव हम वायु की लहरों को बदल कर बिजली की लहर बनाने के लिए टेलीफ़ोन से काम लेते हैं। बिजली की लहर तार के अन्दर इतनी शीघ्रता से जाती है कि शब्द भी उतनी शीघ्रता से मुख से निकलकर कान तक नहीं जाता। जब हम टेलीफ़ोन में बोलते हैं तो धातु का एक छोटा-सा चक्कर (Disc) हवा की लहरों को बदलकर बिजली की लहर बना देता है। यह बिजली की लहर तार में दूसरे कोने के चक्कर तक जाती है। जब यह इस चक्कर से टकराती है तो बिजली की लहर फिर हवा की लहर बन जाती है। उस समय वह उसी शब्द को उत्पन्न करती है जैसा पहिली लहरों ने उत्पन्न किया था। यह शब्द हमारे मुख के निकले हुए होते हैं। हमारे शब्द एक चक्कर पर आकर टकराते हैं और बिजली की लहर बन जाते हैं। वह लहर दूसरे चक्कर से टकराती हैं और फिर शब्द बन जाती हैं।

लगभग साठ वर्ष पूर्व जब टेलीफ़ोन में बिजली लगाई गई थी तो छोटी-छोटी दूरी पर नल के द्वारा बातचीत की जाती थी। यह नलके घर के एक कमरे से दूसरे कमरे में लगे होते थे। यह खोखले होते थे। इनमें

दोनों ओर एक-एक बोलने का आला लगा होता था और उसमें एक सीटी भी लगी होती थी। जिससे दूसरे कमरे वाले व्यक्ति को उस नलके के दूसरे किनारे पर सीटी-द्वारा बुलाया जा सके। इस प्रकार बोलने के नलके, जिनमें केवल शब्द की लहर ही जाती हैं, अब भी योरोप के पुराने घरों में अथवा किन्हीं होटलों के जीमने के कमरे और रसोईघर के बीच में लगे हुए हैं।

यह सत्य है कि यदि हम धातु के एक चक्कर (Disc) को लें और उसमें से एक तार धातु के दूसरे चक्कर में लगाकर दौड़ावें, तो शब्द को एक आश्चर्यजनक दूरी तक भेजा जा सकता है। क्योंकि वायु की अपेक्षा धातु में शब्द-वाहकता का गुण पन्द्रह गुना अधिक है।

बिजली के आविष्कार के साथ-साथ उसकी लहरों को ले जाने के लिए एक प्रवाहक (Conductor) का अस्तित्व भी आवश्यक हो गया। वह प्रवाहक केवल ठीक तौर से प्रथक् किया हुआ ताम्बे का तार ही हो सकता है। यद्यपि यह विश्वास योग्य नहीं है, तो भी डाकखाने के टेलीफोन-इञ्जीनियरों से पता चलता है कि अब भी ऐसे बहुत से व्यक्ति हैं, जो समझते हैं कि टेलीफोन का तार खोखला है और वास्तव में उसके अन्दर से हमारे शब्द उसी प्रकार जाते हैं, जिस प्रकार बोलने वाले नलके में से जाते हैं।

किन्तु इस [illegible] टेलीफोन देहली और बम्बई के

बीच में नहीं लग सकता था। शब्द इतनी दूर कभी नहीं चल सकता था। यदि शब्द की लहर समाप्त न भी हों, तो वह इतनी धीरे चलती हैं कि यदि हम दिल्ली में अपने किसी बम्बई के मित्र से पूछें कि क्या आप प्रसन्न हैं? तो यह शब्द उसके पास लगभग पौन घण्टे में पहुँचेंगे। उसका उत्तर 'हाँ' के रूप में सुनने में हमको दूसरा पौन घण्टा और लग जावेगा।

हमारे शब्द को उड़ा ले जाने वाली बिजली की लहर

बिजली के टेलीफ़ोन का धन्यवाद है कि आज हम अनेक देशों से उसके द्वारा बात-चीत कर सकते हैं। बिजली हमारे शब्दों में पंख लगा देती है।

हम जानते हैं कि जिस समय हम टेलीफ़ोन का चोंगा हाथ में लेते हैं, तो बिजली की एक लहर तार में से तुरन्त उस स्थान तक पहुँच जाती है, जहाँ हम बात करना चाहते हैं। जब हम शब्द बोलते हैं, तो हमारे साँस से हमारे प्रेषक अथवा ट्रान्समिटर (टेलीफ़ोन का सन्देश भेजने का चोंगा) में के एक धातु के चक्कर में एक कम्प उत्पन्न होती है, उस कम्प को तारों में से करेण्ट ले जाती है। दूसरे कोने पर भी उसी प्रकार से टेलीफ़ोन के चोंगे में धातु का एक पतला चक्कर लगा होता है। करेण्ट के द्वारा

लाई हुई वह कम्प इस चक्कर में भी टकराती है और इस प्रकार फिर हमारी आवाज़ बन जाती है।

यदि हम बम्बई से कलकत्ते को बातचीत करना चाहें तो बड़ी सुगमता से बातचीत कर सकते हैं। आवाज़ इतनी स्पष्ट आती है कि मानों हम एक कमरे में ही बात-चीत कर रहे हैं। लंदन तक से टेलीफ़ोन के द्वारा सात समुद्र पार ब.तचीत की जा सकती है। टेलीफ़ोन के तार स्थल पर से समुद्र के किनारे पर आते हैं। वह समुद्र के नीचे डूब जाते हैं और समुद्र के किनारे पर निकल कर उस देश के स्थल पर नगरों में चले जाते हैं। हमारा शब्द इन तारों में से बड़ी सुगमता से जाता है।

बेतार का टेलीफ़ोन

बिजली हमारे शब्दों को विना तार के भी ले जा सकती है। विना तार के भी हम सहस्रों मील दूर तक टेलीफ़ोन से बातचीत कर सकते हैं। एक व्यक्ति बेतार का टेलीफ़ोन ग्राहक अथवा रिसोवर (बेतार का टेलीफ़ोन की बातचीत करने का यन्त्र) में बोलता है और बैटरी शब्द की लहरों को भेजती है, आवाज़ कम्प उत्पन्न करती है, जो बिजली की लहरों के रूप में जाती है। दूसरी ओर भी इसी प्रकार बेतार का विशेष रिसीवर लगा होता है। वह रिसोवर उन शब्द तरङ्गों को पकड़ लेता है। रिसीवर में लहर फिर शब्द रूप में बदल जाती हैं। दो जहाजों के कप्तान आपस

में इस प्रकार बातचीत कर सकते हैं, जैसे वह डेक पर एक साथ खड़े हुये हों।

वह दिन भी आने वाला है, जब जहाज़ी बेड़े का आदमी लंदन में बैठे हुए अपने शब्द को वायु के पंखों पर सवार करके पृथ्वी और समुद्र को एक करते हुए जहाज़ में बैठे हुए यात्री से कह सकेंगे कि उसको क्या करना चाहिये। और जब जहाज़ के सेनापतियों को अपने घर समाचार भेजना होगा, तो वह समुद्र में अपने रिसोवर में बात करके सीधे 'व्हाइट हॉल' से बात कर सकेंगे और अपना मतलब पूरा कर लेंगे।

इसके पश्चात् यहाँ तक आविष्कार होते जावेंगे कि हम सब अपने हाथ में बेतार का टेलीफ़ोन लिए हुए फिरा करेंगे। हम अपने ट्राँसमिटर में एक सन्देश कह देंगे और वह हमारे मित्र के पास पहुँच जावेगा, फिर चाहे वह पर्वत पर या घाटियों में, नगर की घनी बस्ती में, सुनसान महासागर में अथवा कहीं भी क्यों न हो।

चलती हुई रेल-गाड़ियों से हम अब भी बेतार के टेलीफ़ोन के समाचार भेज सकते हैं। एक गाड़ी लन्दन से समुद्र को बेतार का टेलीफ़ोन लिए हुए जा रही थी। मीलों दूर एक सिगनल बक्स था, जिसमें दूसरा बेतार का टेलीफ़ोन था। जिस समय रेलगाड़ी पचास मील प्रति घण्टे की रफ़्तार से जा रही थी कि एक समाचार-टेलीफ़ोन

किया गया, किन्तु बिजली प्रकाश के समान तीव्र गति से जाती है। और सन्देश भागने में रेल से आगे निकल गया और उत्तर रेलगाड़ी के दो तीन सौ गज़ जाने के पूर्व ही मिल गया।

टेलीफ़ोन के अन्य आश्चर्य

टेलीफोन के आश्चर्य समाप्त नहीं होते। हम समुद्र के ऊपर से ही टेलीफ़ोन नहीं कर सकते, वरन् ठास पृथ्वी के बीच में से भी टेलीफ़ोन कर सकते हैं। एक महाशय ने चिस्लहर्स्ट (Chislehrst) में एक गुफा में टेलीफ़ोन लगाया हुआ था, यह गुफा की छत पर लोहे की दो खूटियाँ गाड़ कर उनमें सम्बन्धित किया गया था। खूटियाँ पृथ्वी के अन्दर ले जाई गई थीं। ज़मीन के नीचे गुफ़ा में दूसरा आदमी था, उसके पास दो तार लगा हुआ एक रिसीवर था। यह तार खूटियों में लगे हुए थे, उसने अपनी खूटियों को अपने सिर के ऊपर पृथ्वी में गाड़ दिया और सब काम तय्यार हो गया। ऊपर का आदमी अपने टेलीफ़ान में बोला और आवाज़ पृथ्वी के अन्दर से होती हुई नीचे के रिसीवर में बिल्कुल ठीक आई। उसके जवाब में गुफा में का आदमी भी बोला और वह शब्द चट्टानों और मिट्टी में से होता हुआ खुली हवा के टेली-फ़ोन में गया।

विना तार का टेलीफ़ोन वास्तव में यह है। किसी

दिन संसार-भर की सब खानों में ऐसे ही बेतार के टेली-फ़ोन लग जावेंगे और इस प्रकार दुर्घटना की सम्भावना होने पर अन्दर के आदमी उनको बचाने के लिए ऊपर-वालों को सन्देश दे सकेंगे।

परियों की किसी भी कहानी में इससे बड़े जादू का हाल नहीं मिलता, तो भी सबसे बड़ी बात यह है कि संसार का यह सबसे बड़ा आश्चर्य कितना-सादा है, किंतु प्रसिद्ध आविष्कार के सिद्धान्तों को कार्य-रूप में परिणित करने का विचार भी सुगम नहीं था। विज्ञान के इतिहास में यह सबसे बड़ा काम है, इसकी पूरी कहानी का वर्णन आगे किया जावेगा।

❀ * ❀

पन्द्रहवाँ अध्याय

टेलीफ़ोन की कहानी

टेलीफ़ोन के समुद्रों, महाद्वीपों और पर्वतों के पार आवाज़ पहुँचाने के विषय में पहिले ही बतलाया जा चुका है, किन्तु यदि इसके आविष्कार की कहानी का वर्णन किया जावे तो इसके विषय में अधिक ज्ञान प्राप्त किया जा सकेगा।

सब से प्रथम इस विषय में चार्लेस व्हीटस्टन (बाद में सर चार्लेस व्हीटस्टन) ने उद्योग किया। आपका जन्म १८०२ ई० में हुआ था। इनके चाचा सङ्गीत के बाजों को बनाया और बेचा करते थे। आरम्भ में इन्होंने भी इस कार्य में भाग लिया, किन्तु इनका इसमें बिल्कुल भी जी न लगा। यह प्रायः पुस्तकें पढ़ा करते थे। अन्त में इनके पिता इनको घर ले आए और इनको अपनी रुचि के अनुसार जीवन व्यतीत करने के लिए छोड़ दिया गया।

बचपन से ही इनको कविता से प्रेम था। यह न केवल अँग्रेज़ी कविता में ही लिखते थे, वल्कि फ्रेंच भाषा से उनका अनुवाद भी किया करते थे। इनको बिजली के विषय में भी बड़ी भारी रुचि थी। बड़ी कठिनता से कुछ पैसे बचाकर इन्होंने वोल्टा (Volta) पर एक पुस्तक मोल ले ली। यह पुस्तक फ्रेंच भाषा में होने के कारण इतनी कठिन थी कि इनको फिर थोड़े-थोड़े पैसे बचाकर एक फ्रेंच-कोष मोल लेना पड़ा। इन्होंने पुस्तक को हृदयङ्गम कर लिया और स्वयं एक बैटरी बनाना आरम्भ किया। पहिले यह ताम्बे के पत्तर मोल लेने के लिए पैसे बचाकर रखते जाते थे. किन्तु इन को शीघ्र ही यह ध्यान आया कि क्यों न ताम्बे के पत्तरों के स्थान में ताम्बे के पैसों से ही काम लिया जावे। उस समय इङ्गलैण्ड का 'पेनी' ताम्बे का ही बनता था, आजकल के समान काँसे (Bronze) का नहीं। इस प्रकार बैटरी बन गई।

जादू की वीणा

जिस बच्चे का निश्चय इतना अटल हो कि वह पैसे बचा-बचाकर पुस्तक मोल ले और उनसे बैटरी बना सके, वह अवश्य ही होनहार होना चाहिए। उन्नीस वर्ष की अवस्था में व्हीटस्टन ने अपनी 'जादू की वीणा' (Enchanted Lyre) का आविष्कार किया, जिस का लन्दन भर में प्रदर्शन किया गया। यह जादू की वीणा

वास्तव में सितार, वीणा अथवा कोई ऐसा अन्य बाजा थी, जो एक लम्बे डंडे के द्वारा एक संगीत-बक्स (Musical Box) से सम्बंधित करके कँपकपी (Vibrations) में डाल दिया जाता था, डंडे और संगीत के बक्स के दिखलाई न देने से यह ज्ञान पड़ता था कि जादू की वीणा स्वयं बज रही है।

अपने आप बजने वाले बाजों का प्रभाव कला-पूर्ण नहीं हुआ करता, एक समय एक प्रसिद्ध संगीतज्ञ ने व्हीटस्टन को बुलवाया। अपने साथियों को आनन्द देने के लिए व्हीटस्टन ने कमरे में एक बड़ी सारङ्गी को टाँग दिया, और वह स्वयं बजने लगीं। सङ्गीतज्ञ ने उस सङ्गीत को सुना और यह देखकर कि सङ्गीत-ध्वनि एक ऐसी सारङ्गी से आ रही है, जिसको कमानी से नहीं छुवा जा रहा है, तो वह घर के बाहिर भाग गया और उसमें कभी न घुसा।

इस बाजे में शब्द को ठोस डण्डे के द्वारा ले जाने का प्रयोग किया गया था और इसी प्रयोग के द्वारा बहुत दूरी तक शब्द को ले जाने के अन्य अनेक प्रयोग किए गए। व्हीटस्टन ने एक मन्द श्रावक यन्त्र (Microphone) अथवा धीमी-से-धीमी आवाज़ सुनने के यन्त्र का भी आविष्कार किया। उसको विश्वास था कि एक बातचीत रकनेवाला यन्त्र भी बनाया जा सकता है।

शीघ्र ही उसकी रुचि बदलकर टेलीग्राफ में जा लगी और उसकी विशेष ख्याति अब उस आविष्कार के कारण है, जिसको पाँच सुइयोंवाला टेलीग्राफ़ (Five needle Telegraph) कहते हैं। तो भी यह कहा जा सकता है कि शब्द को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने का आविष्कार उसी ने किया था, जिसके कारण भविष्य में टेलीफ़ोन का आविष्कार हुआ।

टेलीफ़ोन का सर्व प्रथम निर्माता

इसके बहुत दिनों बाद तक किसी भी वैज्ञानिक ने इस ओर ध्यान नहीं दिया। ४० वर्ष बाद प्राफेसर फिलिप रीस (Reis) नामक एक जर्मन वैज्ञानिक ने एक स्थान से दूसरे स्थान तक शब्द को ले जाने के सिद्धान्त का आविष्कार किया, जो विकसित होते-होते अन्त में हमारे वर्तमान टेलीफ़ोन को उत्पन्न कर सका।

फिलिप का जन्म सन् १८३४ में गेनहौसने

नामके नगर में हुआ था। उसका पिता एक छोटा सा किसान था और रोटी की दूकान करता था। छे वर्ष की अवस्था में फिलिप का अध्यापक पहचान गया कि उसका शिष्य लोकोत्तर प्रतिभाशाली है। दश वर्ष की अवस्था में फिलिप ने केवल जर्मन भाषा ही नहीं सीख ली, वरन् वह अङ्गरेज़ी, लेटिन और इटली भाषा की पुस्तकों

को भी अच्छी तरह पढ़ लेता था। गणित और विज्ञान में उसको बहुत अधिक रुचि थी। सोलह वर्ष की अवस्था में उसको व्यापार में प्रवेश करना पड़ा। किन्तु वह अध्यापक बनने की इच्छा से गणित, भौतिक विज्ञान (Physics) और प्राकृतिक इतिहास की कक्षाओं में पढ़ने को अब भी जाता रहा। सन् १८५८ में वह फ्रीड्रिचस्डार्फ़ (Friedrichodorfs) में अध्यापक हो गया। वहाँ उसने शब्द के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने के सम्बन्ध में अनुसन्धान किया।

अपने अनुसन्धान में उसके मन में यह विचार उत्पन्न हुआ कि शब्द के द्वारा कँपकपी उत्पन्न किये हुए चक्कर अथवा पत्तर से काम लेकर बिजली की करेंट को बनाया तथा तोड़ा जावे और इस बनाई तथा तोड़ी हुई करेंट से एक दूसरे दूर के वैसे ही चक्कर (Disc) में उसी प्रकार कँपकपी उत्पन्न करके शब्द की उन्हीं मौलिक लहरों को फिर उत्पन्न करने का कार्य लिया जावे। पहला पहल इस विचार को चार्ल्स बौरसिउल (Charles Baurseul) नाम के एक फ्राँसीसी ने उपस्थित किया था। किन्तु रीस को भी यह बात स्वयं ही सूझी थी और उसने इसको व्यवहारिक रूप दे भी दिया। उसने प्रथम टेलीफ़ोन का आविष्कार किया।

एक ही दिन दो आरम्भिक टेलीफोनों को पेटेण्ट कराया गया

उसका टेलीफोन आरम्भिक प्रकार का था। एक ३६ गैलन बीयर शराब के पीपे के डाट को अन्दर से खुरच कर खोखला किया गया। इस प्रकार वह एक प्याले के आकार का हो गया। अब उस प्याले को जर्मन लगूँचे (Sausage) की खाल के सूराखदार पर्दे से (Diaphragm) ढका गया। इस पर्दे से सैटिनम नाम की सफ़ेद धातु का एक टुकड़ा लगाया गया। जिस समय काँपते हुए पर्दे के साथ सैटिनम का टुकड़ा उठता था तो बिजली की करेंट का सर्केट बनता था और जिस समय वह पर्दा गिरता था, करेंट का सर्केट भी टूट जाता था। उसका रिसीवर (सुनने का आला) एक कसीदे की सुई था, जो चारों ओर तार के कॉइल (लच्छे) से घिरा हुआ था। यह गूँजने वाले तख्ते के समान एक बेले (Violin) पर रक्खा हुआ था। सुई और तख्ते दोनों में ही पर्दे की कम्प के साथ ही साथ रुकने वाली करेंट से कम्प उत्पन्न होता था। जिससे उन सबसे वैसे ही आवाज़ निकलती थी।

बीयर शराब के पीपे का डाट, खाल का एक टुकड़ा, एक मेगनेट, तार का एक कॉइल (लच्छा) और एक

कसीदे की सुई से एक बातचीत करने की मशीन बनाई गई। इसकी सहायता से स्वर, अक्षरों की ध्वनियाँ, शोर-गुल और कुछ अँशों तक सङ्गीत भी सुनाई देता था।

यद्यपि रीस ने सङ्गीत और मनुष्य-स्वर को इस टेली-फ़ोन पर से भेजा। किन्तु यह मशीन अक्षरात्मक शब्दों के योग्य नहीं थी। वास्तविक बातचीत करने वाली मशीन का आविष्कार तो इसके पन्द्रह सोलह वर्ष बाद किया गया।

इसके पश्चात् एक प्रसिद्ध बात हुई। अलेक्जेंडर ग्राहम बेल (Alexander Graham Bell) और एलि-शा ग्रे (Elsha Grey) नाम के दो आविष्कारकों ने सफल टेलीफ़ोनों का आविष्कार किया और उनका पेटेण्ट उसी दिन कराया।

अलेक्जेंडर ग्राहम बेल को इस बड़े भारी आविष्कार का यश दिया जाता है। यह जान पड़ता है कि उसका जन्म ही इस कार्य के लिये हुआ था।

अलेक्जेंडर बेल के पिता पितामह और चाचा सब उच्चारण विद्या के पण्डित थे। उनको बहरे मनुष्यों की सहा-यता करने का बड़ा शौक़ था। बेल का पिता बराबर कोई न कोई ऐसा वैज्ञानिक युक्ति ढूँढा करता था, जिससे बहरों का बहरापन दूर किया जा सके। उनके पिता ने एक पुस्तक भी लिखी थी. जिसका नाम 'दृश्य-वाणी' (Visible Sp-eech) था, इससे बहरे आदमी केवल होठों से ही पढ़

सकते थे। ग्राहम बेल का जन्म सन् १८४७ में हुआ था। उसने वहाँ अध्ययन करके वार्ज़बर्ग (Warzburg) से दर्शन के डाक्टर (Doctor of Philosophy) की उपाधि प्राप्त की। अलेक्जेंडर बचपन से ही बहुत बुद्धिमान् थे। वह अपने पिता को इस कार्य में बहुत सहायता दिया करते थे।

बोलने की मशीन बनाने का प्रयत्न

अब उनके पिता ने उनको और उनके भाई को एक बोलने की मशीन बनाने में परिश्रम करने को कहा। दोनों भाई इस काम में जुट गये। उसके भाई ने फेफड़ों और बोलने की नसों को बनाने का काम अपने हाथ में लिया और ग्राहम ने मुँह और जीभ को बनाना आरम्भ किया।

उसके भाई ने फ़ेफड़ों के लिए धौंकनी और रबड़ का एक बहुत अच्छा यन्त्र बनाया। ग्राहम ने मुंह का ढाँचा बनाकर उसमें रबड़ की जीभ डाली और उसको रुई और ऊन की सहायता से मुँह में बिठलाया। गले के कोमल भागों में भी रुई और ऊन भरी गई, उसके पश्चात् जोड़ बनाए गए, जिससे जबड़े और जीभ चल सकें।

अब काम पूरा हो गया था। बोलने का यन्त्र पूरा बन चुका था। वह बहुत जोर से रोता-चिल्लाता था। माँ या मामा जैसे शब्द को वह बहुत कुछ निकाल लेता था।

ग्राहम बेल सोलह वर्ष की अवस्था में ही एडिनबरा

में अध्यापक हो गया था। पाँच वर्ष के पश्चात् वह एडिनबरा से २१ वर्ष की अवस्था में लन्दन आया। यहाँ उसको इसी प्रकार के कार्य के सम्बन्ध में एक जर्मन पुस्तक का अनुवाद देखने को मिला, इससे उसके मन में उत्साह हो आया और नए-नए विचार आने लगे। उसने सर चार्ल्स व्हीटस्टन से परामर्श किया, जिन्होंने उसके उत्साह को बहुत कुछ बढ़ाया।

अचानक उसके दो भाइयों का क्षय रोग से देहान्त हो गया और उसको भी क्षय रोग होता जान पड़ने लगा। अतएव उसके पिता उसको अपने साथ कनाडा ले गए। यहाँ कुछ समय तक बहरों को पढ़ाने के पश्चात् उनको बोस्टन विश्वविद्यालय में प्रोफ़ेसरी मिल गई। इस समय वह अपना फुर्सत का पूरा समय प्रयोगों में लगाता रहा। यहाँ उसकी मित्रता थॉम्स सैंडर्स से हो गई। ग्राहम बेल उसी मित्र के यहाँ रहने लगा और यहाँ उसने अपनी प्रयोगशाला की नींव डाली। अब उसका अपने प्रयोगों में इतना अधिक जी लगने लगा कि उसने कालेज का पढ़ाना छोड़ दिया। उसने अपने दो शिष्यों जार्जी सैंडर्स और मैबेल हुवर्ड नाम की कन्या के अतिरिक्त अवशिष्ट शिष्यों को भी पढ़ाना छोड़ दिया।

किन्तु इस प्रकार वह अत्यंत निर्धन हो गया। मैबल हूबर्ड के पिता ने भी उससे कह दिया कि यदि वह अपने

सकते थे। ग्राहम बेल का जन्म सन् १८४७ में हुआ था। उसने वहाँ अध्ययन करके वार्ज़बर्ग (Warzburg) से दर्शन के डाक्टर (Doctor of Philosophy) की उपाधि प्राप्त की। अलेक्ज़ेंडर बचपन से ही बहुत बुद्धिमान् थे। वह अपने पिता को इस कार्य में बहुत सहायता दिया करते थे।

बोलने की मशीन बनाने का प्रयत्न

अब उनके पिता ने उनको और उनके भाई को एक बोलने की मशीन बनाने में परिश्रम करने को कहा। दोनों भाई इस काम में जुट गये। उसके भाई ने फेफड़ों और बोलने की नसों को बनाने का काम अपने हाथ में लिया और ग्राहम ने मुँह और जीभ को बनाना आरम्भ किया।

उसके भाई ने फ़ेफड़ों के लिए धौंकनी और रबड़ का एक बहुत अच्छा यन्त्र बनाया। ग्राहम ने मुंह का ढाँचा बनाकर उसमें रबड़ की जीभ डाली और उसको रुई और ऊन की सहायता से मुँह में बिठलाया। गले के कोमल भागों में भी रुई और ऊन भरी गई, उसके पश्चात् जोड़ बनाए गए, जिससे जबड़े और जीभ चल सकें।

अब काम पूरा हो गया था। बोलने का यन्त्र पूरा बन चुका था। वह बहुत जोर से रोता-चिल्लाता था। माँ या मामा जैसे शब्द को वह बहुत कुछ निकाल लेता था।

ग्राहम बेल सोलह वर्ष की अवस्था में ही एडिनबरा

से चकित होकर उसने अत्यंत विनय के ढङ्ग पर कहा "क्या परमात्मा ने दे डाला ?" १४ फ़र्वरी सन् १८७६ ई० को बेल ने अपने आविष्कार को पेटेण्ट कराया। किन्तु अभी उसकी आपत्तियों का अन्त नहीं हुआ था। उसने टेलीफ़ोन बना लिया था। किन्तु उसकी कोई पर्वाह नहीं करता था। उसने अपने टेलीफ़ोन का फ़िलाडेल्फ़िया की प्रदर्शनी में प्रदर्शन किया। किन्तु इससे भी कोई आकर्षित नहीं हुआ। कुछ लोग उसकी ओर बेपरवाही से देख जाते थे और वह इसको एक खिलौना ही समझते थे।

यहाँ तक कि बिजली-विभाग के निर्णायकों (Judges) ने भी इसकी उपेक्षा की। सूर्यास्त के समय वह अत्यंत थके हुए उसके पास आये। यदि ब्रैज़िल (Brazil) का सम्राट् प्रेरणा न करता, तो वह चले ही गये थे। सम्राट् ने एकबार सुना था कि बेल गूँगे-बहरों को पढ़ाता है। उसने उससे उसके नवीन आविष्कार के विषय में पूछा।

टेलीफ़ोन का संसार प्रसिद्ध होना

बेल ने उनके हाथ में रिसीवर देकर कहा, "इसको अपने कान पर लगालो।" अब वह तार के दूसरे किनारे पर चला गया और ट्राँसमिटर (टेलीफ़ोन के बोलने के यन्त्र) के अन्दर से बोलने लगा। सम्राट् ने निर्णायकों की ओर देखा। रिसीवर उसके हाथ से छूट पड़ा। वह

मूर्खता के प्रयोग इस कन्या को सिखावेगा तो उसको भी छोड़ना पड़ेगा। उसके मित्रों को भी उस पर अश्रद्धा हो गई। अब उसके लिए बड़ी भारी चिंता का समय उपस्थित हुआ। किन्तु इस पूरी निराशा के बीच वह वड़े भारी अमरीकन वैज्ञानिक प्रोफ़ेसर हेनरी से मिला। इस वैज्ञानिक ने स्वीकार किया कि ग्राहम वास्तव में एक बड़े भारी आविष्कार के मार्ग पर जा रहा है। उसने उसके काम को चलता रखने के लिए रुपये का प्रबन्ध कर दिया। उसको थॉम्स वाटसन नाम का एक सहायक भी दिया गया। इन दोनों ने तीन वर्ष तक बड़ा भारी परिश्रम किया। कभी-कभी ही इनको आशा होती थी। किन्तु प्रायः यह निराश ही रहते थे।

बिजली के द्वारा आकाश में भेजे हुए प्रथम शब्द

अचानक २ जून सन् १८ ५ ई० को सफलता प्राप्त हो गई। टेलीफ़ोन के इतिहास में यह दिन स्मरणीय है। इस दिन उसने तार के अन्दर से पहली-पहल शब्द सुना। अब उसको आशा हो गई कि वह ठीक मार्ग पर खोज कर रहा था। उसकी सफलता से साहस पाकर सैंडर्स और हुबर्ड ने उसको धन से और भी सहायता की। अब वह अपने काम में और भी जी-जान से जुट गया। कुछ माह के पश्चात् उसने बिजली के द्वारा आकाश में प्रथमबार शब्द बोले। उसने अपने सहकारी से कहा, "कृपाकर यहाँ चले आइये, मुझे तुमसे कुछ काम है।" तब इस आश्चर्य

से चकित होकर उसने अत्यंत विनय के ढङ्ग पर कहा "क्या परमात्मा ने दे डाला ?" १४ फ़र्वरी सन् १८७६ ई० को बेल ने अपने आविष्कार को पेटेएट कराया। किन्तु अभी उसकी आपत्तियों का अन्त नहीं हुआ था। उसने टेलीफ़ोन बना लिया था। किन्तु उसकी कोई पर्वाह नहीं करता था। उसने अपने टेलीफ़ोन का फिलाडेल्फिया की प्रदर्शनी में प्रदर्शन किया। किन्तु इससे भी कोई आकर्षित नहीं हुआ। कुछ लोग उसकी ओर बेपरवाही से देख जाते थे और वह इसको एक खिलौना ही समझते थे।

यहाँ तक कि बिजली-विभाग के निर्णायकों (Judges) ने भी इसकी उपेक्षा की। सूर्यास्त के समय वह अत्यंत थके हुए उसके पास आये। यदि ब्रेज़िल (Brazil) का सम्राट् प्रेरणा न करता, तो वह चले ही गये थे। सम्राट् ने एकबार सुना था कि बेल गूँगे-बहरों को पढ़ाता है। उसने उससे उसके नवीन आविष्कार के विषय में पूछा।

टेलीफ़ोन का संसार प्रसिद्ध होना

बेल ने उनके हाथ में रिसीवर देकर कहा, "इसको अपने कान पर लगालो।" अब वह तार के दूसरे किनारे पर चला गया और ट्राँसमिटर (टेलीफ़ोन के बोलने के यन्त्र) के अन्दर से बोलने लगा। सम्राट् ने निर्णायकों की ओर देखा। रिसीवर उसके हाथ से छूट पड़ा। वह

केवल यही कह सका, 'यह तो बात करता है !' और दूसरे ही दिन ग्राहम बेल संसार-भर में प्रसिद्ध हो गया।

संसार को आश्चर्य में डालने वाला बेल का टेलीफोन रीस के टेलीफोन से भिन्न प्रकार का ही था। बेल के टेली-फ़ोन में शब्द की लहरों के साथ काँपने वाला ट्राँसमिटर में का चक्कर बिजली के घेरे (सर्केट) को नहीं तोड़ता था, किन्तु मैगनेट की शक्ति की रेखाओं को काटता था; जिससे मैगनेट के चारों ओर लिपटे हुए तार के कॉइल (लच्छे) में करेंट उत्पन्न होती थी। यह करेंट ठीक चक्कर के कम्प के जैसी होती थी। अब करेंट टेलीफ़ोन के तार में से चलकर उसके दूसरे किनारे पर रिसीवर में जाती थी, और सारी प्रक्रिया (Process) लौट जाती थी—अर्थात् मैगनेट के चारों ओर के कॉइल (लच्छे) में करेंट जाती थी। जिससे उसकी चुम्बक शक्ति (मैगनेटिज्म) के परि-वर्तन ग्राहक में के (रिसीवर में के) चक्कर को इस प्रकार हिलाते थे, जिस प्रकार ट्राँसमिटर का चक्कर हिलता था। इस प्रकार एक ओर से फेंकी हुई शब्द की लहरें चक्कर (Disc) पर फेंकी जाती थीं, जहाँ वह बिजली की लहर बन जाती थीं और फिर वह दूसरे चक्कर (Disc) को प्रकम्पित करती थीं, जिससे फिर शब्द की लहरें उत्पन्न हो जाती थीं।

टेलीफ़ोन को बाद में बनाने वाला एलिसाग्रे

इस स्थल पर दो प्रसिद्ध अमरीकन वैज्ञानिकों का उल्लेख करना भी आवश्यक है। उनमें से एक का नाम रायल हाउस और दूसरे का एलिसाग्रे था। हाउस ने बेल से पहिले ही एलेक्ट्रोफ़ोनेटिक टेलीग्राफ (Electro phonetic Telegraph) का आविष्कार किया था; वह भी टेलीफ़ोन की ही तरह काम करता था। उसकी निर्माण-पद्धति भी प्रायः बेल के ही यन्त्र के समान थी। किन्तु हाउस ने स्वप्न में भी इस यन्त्र के विश्वव्यापी प्रयोग की बात न सोची थी।

ग्रे अमरीका में सन् १८३५ ई० में उत्पन्न हुआ था। ओवरलिन कालेज में शिक्षा प्राप्त करते समय वह अपनी आजीविका बढ़ई के काम से किया करता था। उसने अपना पहिला पेटेण्ट सन् १८६७ में कराया था। कुल मिलाकर उसने लगभग ५० पेटेण्ट कराये। १४ फर्वरी सन् १८७६ को बेल के अपना पेटेण्ट रजिस्ट्री कराने के कुछ घण्टों के पश्चात् उसने भी अपने टेलीफ़ोन के नमूने पेटेण्ट कराये। उसने बाद में बेल पर पेटेण्ट के हक़ का दावा किया। किन्तु सुप्रीम कोर्ट ने बेल के अधिकार को ही स्वीकार किया और ग्रे का कार्य कम प्रसिद्ध हो पाया। इस प्रकार बेल को धन और ख्याति—दोनों की ही प्राप्ति हुई।

ग्रे का टेलीफ़ोन भी बेल जैसा ही था। अन्तर

केवल यही कह सका, 'यह तो बात करता है।' और दूसरे ही दिन ग्राहम बेल संसार-भर में प्रसिद्ध हो गया।

संसार को आश्चर्य में डालने वाला बेल का टेलीफ़ोन रीस के टेलीफ़ोन से भिन्न प्रकार का ही था। बेल के टेली· फ़ोन में शब्द की लहरों के साथ काँपने वाला ट्राँसमिटर में का चक्कर बिजली के घेरे (सर्कट) को नहीं तोड़ता था, किन्तु मैगनेट की शक्ति की रेखाओं को काटता था; जिससे मैगनेट के चारों ओर लिपटे हुए तार के कॉइल (लच्छे) में करेंट उत्पन्न होती थी। यह करेंट ठीक चक्कर के कम्प के जैसी होती थी। अब करेंट टेलीफ़ोन के तार में से चलकर उसके दूसरे किनारे पर रिसीवर में जाती थी, और सारी प्रक्रिया (Process) लौट जाती थी—अर्थात् मैगनेट के चारों ओर के कॉइल (लच्छे) में करेंट जाती थी। जिससे उसकी चुम्बक शक्ति (मैगनेटिज्म) के परि- वर्तन ग्राहक में के (रिसीवर में के) चक्कर को इस प्रकार हिलाते थे, जिस प्रकार ट्राँसमिटर का चक्कर हिलता था। इस प्रकार एक ओर से फेंकी हुई शब्द की लहरें चक्कर (Disc) पर फेंकी जाती थीं, जहाँ वह बिजली की लहर बन जाती थीं और फिर वह दूसरे चक्कर (Disc) को प्रकम्पित करती थीं, जिससे फिर शब्द की लहरें उत्पन्न हो जाती थीं। इस प्रकार अपने प्रकम्प से शब्द ही करेंट को उत्पन्न करता था। बैटरी की सहायता की इसमें आवश्यकता न थी।

हैं, उन सब के लिए ऐसा ही कहा जा सकता है। फरेडे से लेकर लार्ड कोलविन और थामस एल्वा एडीसन तक जितने भी बड़े-बड़े विद्युत्-विज्ञान के आविष्कारक हुए हैं, सब-के-सब प्रारम्भ में शौक़िया प्रयोग ही किया करते थे। वह पेशेवर वैज्ञानिक नहीं थे। टेलीफ़ोन के आविष्कार से तत्कालीन योरोप और अमेरिका में एक तहलका सा मच गया। केवल टेलीफोन यन्त्र को देखने के लिये-ही बहुत-से लोग लम्बी-लम्बी यात्रा कर प्रदर्शनियों में अमरीका गए। इस यन्त्र को देखकर उनके आश्चर्य का ठिकाना नहीं रहा। इसके परिणाम-स्वरूप अलेक्ज़ेन्डर ग्रेहम बेल का नाम संसार भर में प्रसिद्ध हो गया। उस समय यह आविष्कार केवल प्रायोगिक अवस्था में ही था। पेटेन्ट कराने के कोई दो वर्ष बाद इसको एक स्वतन्त्र कम्पनी स्थापित हुई। इसके पूर्व बेल अपने यन्त्र के सर्वाधिकार को बेच देना ही चाहते थे; परन्तु कोई काफ़ी मूल्य न दे सका। अतः इस विचार में वह असफल ही रहे।

अगस्त सन् १८७७ ई० में हुबर्ड, सैंडर्स, वाट्सन और बेल ने मिलकर टेलीफ़ोन ऐसोसियेशन की स्थापना की। बहुत थोड़ी लागत पर कार्यारम्भ हुआ था; परन्तु शीघ्र ही कम्पनी के हिस्सों का मूल्य बढ़कर प्रति शेयर १०० डालर तक होगया और कम्पनी का कार्य अच्छी तरह चलने लगा। बेल के जीवन-काल में ही संसार के

केवल इतना था कि कँपकँपी होने वाले पर्दे के द्वारा उत्पन्न हुई करेंट बैटरी की लगातार आने वाली करेंट के द्वारा बढ़ती रहती थी।

एडीसन के द्वारा उन्नति किये हुए वर्तमान टेलीफ़ोन में एक लगातार आने वाली करेंट से भी काम लिया जाता है। अतएव एक प्रकार से टेलीफ़ोन का आविष्कारक कहलाने का, ग्रे की अपेक्षा वेल को कम, श्रेय मिलना चाहिये।

किन्तु वर्तमान टेलीफ़ोन का नमूना है, जिससे ग्रे अथवा वेल, किसी ने काम नहीं लिया। उसमें माइक्रोफ़ोन (मन्द-श्रावक-यन्त्र) नाम का एक कारबन का ट्राँसमिटर (शब्द वाहक) है। यह करेंट को शासन में रखता है और शब्दों के आने जाने में इसका अत्यन्त महत्वपूर्ण स्थान है।

वेल की सफलता का रहस्य

वेल ने जो यन्त्र तय्यार किये थे, उनमें अत्यन्त साधारण वस्तुओं का भी उपयोग किया गया था। उनकी प्रयोगशाला भी अत्यन्त साधारण श्रेणी की थी। उसे बिजली की बहुत-सी आवश्यक बातों का भी ज्ञान नहीं था। इसीलिये अमरीका के प्रमुख विद्युत-विशारद मोजेज फ़ारमर ने कहा था—"यदि वेल को बिजली के सिद्धान्तों का समुचित ज्ञान होता, तो वह कभी भी टेलीफ़ोन का आविष्कार नहीं कर पाता।' मोजेज फ़ारमर का यह कथन सिर्फ़ वेल पर ही लागू नहीं है, प्रत्युत विद्युत सम्बन्धी जितने भी आविष्कार हुए

हैं, उन सब के लिए ऐसा ही कहा जा सकता है। फरेडे से लेकर लार्ड कोलविन और थामस एल्वा एडीसन तक जितने भी बड़े-बड़े विद्युत्-विज्ञान के आविष्कारक हुए हैं, सब-के-सब प्रारम्भ में शौक़िया प्रयोग ही किया करते थे। वह पेशेवर वैज्ञानिक नहीं थे। टेलीफ़ोन के आविष्कार से तत्कालीन योरोप और अमेरिका में एक तहलका सा मच गया। केवल टेलीफोन यन्त्र को देखने के लिये-ही बहुत-से लोग लम्बी-लम्बी यात्रा कर प्रदर्शनियों में अमरीका गए। इस यन्त्र को देखकर उनके आश्चर्य का ठिकाना नहीं रहा। इसके परिणाम-स्वरूप अलेक्जेन्डर ग्रेहम बेल का नाम संसार भर में प्रसिद्ध हो गया। उस समय यह आविष्कार केवल प्रायोगिक अवस्था में ही था। पेटेन्ट कराने के कोई दो वर्ष बाद इसको एक स्वतन्त्र कम्पनी स्थापित हुई। इसके पूर्व बेल अपने यन्त्र के सर्वाधिकार को बेच देना ही चाहते थे; परन्तु कोई काफ़ी मूल्य न दे सका। अतः इस विचार मे वह असफल ही रहे।

अगस्त सन् १८७७ ई० मे हुबर्ड, सैंडर्स, वाट्सन और बेल ने मिलकर टेलीफ़ोन ऐसोसियेशन की स्थापना की। बहुत थोड़ी लागत पर कार्यारम्भ हुआ था; परन्तु शीघ्र ही कम्पनी के हिस्सों का मूल्य बढ़कर प्रति शेयर १०० डालर तक होगया और कम्पनी का कार्य अच्छी तरह चलने ... बेल के जीवन-काल मे ही संसार के

टेलीफ़ोन कितना ही आश्चर्यजनक क्यों न हो, यह नहीं कहा जा सकता कि यह अन्तिम रूप तक पूर्ण हो गया। उर्वर मस्तिष्कवाले आविष्कार किया ही करते हैं। किसी दिन इसमें वर्तमान रूप से भी बहुत अधिक उन्नति की जा सकती है।

कोने-कोने में टेलीफ़ोन यन्त्र का प्रचार होगया।

सन १८७७ में बेल के प्रतिनिधि ने इंगलैण्ड की सरकार से टेलीफ़ोन यन्त्र का सार्वजनिक प्रदर्शन करने की आज्ञा माँगी; परन्तु उनकी यह प्रार्थना स्वीकार नहीं की गई।

बेल का अन्तिम जीवन

इस सफलता के पश्चात् बेल का विवाह पूर्वोक्त कुमारी हुबर्ड के साथ होगया और वह अपने जीवन को कनाडा में सुख से व्यतीत करता हुआ ४ अगस्त सन् १९२२ ई० को मर गया। इसके प्रति सम्मान प्रगट करने के लिये अमरीका और कनाडा के १ करोड़ ७० लाख टेलीफ़ोन यन्त्र एक मिनट के लिए बन्द कर दिये उसने अपने जीवन-काल में ही नोवास्कोटिया में हैलीफैक्स के समीप एक पर्वत पर ग्रीष्म-निवास बनवाया था। उसकी अन्तिम इच्छा के अनुसार उसके शव को इस पर्वत पर ही दफ़नाया गया।

कार्बन माइक्रोफ़ोन

कार्बन के माइक्रोफ़ोन में बिल्कुल ही नये सिद्धान्त से काम लिया गया है। यह कहना अत्यन्त कठिन है कि इस के आविष्कार का श्रेय किसको दिया जाना चाहिये। इसका श्रेय प्रायः डेविड एडवर्ड ह्यूग्स को दिया जाता है। किन्तु

ऐसा जान पड़ता है कि फ्रांस निवासी चार्लस बौरसिउल (Charles Bourseul) ने यह पहली पहल सुझाया था कि बिजली का सर्कट बनाने और तोड़ने तथा दूर के चक्कर को एक सी कँपकँपी में डालने के लिए एक कँपकँपी करता हुआ चक्कर काम में लिया जा सकता है। इसी प्रकार डू मौंकेल (Du monkel) नाम के दूसरे फ्रांसीसी ने पहिली-पहिल इस सिद्धान्त की व्याख्या की थी कि परस्पर सम्बन्धित दो प्रवाहकों (Conductors) के दबाव (Pressure) के बढ़ जाने से उनका प्रवाहकपन भी बढ़ जाता है। इसी सिद्धान्त के आधार पर ह्यूगस् ने अपने माइक्रोफ़ोन के ट्रांसमिटर (टेलीफ़ोन में शब्द ले जाने वाले यन्त्र) को बनाया था। ह्यूग्स ने ही इस सिद्धांत का पहिली पहल प्रयोग नहीं किया। क्योंकि उससे पहिले फ्राँस के टेलीग्राफ विभाग के एम० क्लेराक (M. Clerak) ने इस सिद्धान्त से टेलीग्राफ-विद्या में काम लिया था। उसने फिर अपने यन्त्रों को टेलीफोन के आविष्कार से भी पूर्व ह्यूग्स को दे दिया था। सन् १८७७ में एडीसन ने एक ऐसे ट्राँसमिटर का आविष्कार किया, जो एककार्वन के वटन के आश्रित था। यह बटन ट्राँसमिटर के चक्कर के अनेक प्रकार की दाब के सामने खुला रहता था। इस प्रकार वा ठीक समय और परिमाण पर करेंट को कँपकँपी वर्तित कर देता है।

प्रत्येक विषय की क्रमिक उन्नति के ठीक-ठीक इतिहास को देना अत्यन्त कठिन है। हम केवल यही जानते हैं कि ह्यूग्स ने अपने माइक्रोफ़ोन अथवा कार्बन ट्रान्समिटर का आविष्कार सन् १८७८ में किया। हमारे वर्तमान ट्रान्समिटर को भी उसने इसी समय अपने आविष्कार से उन्नति करके बनाया था। ह्यूग्स का बनाया हुआ प्रथम माइक्रोफ़ोन इतना अधिक ग्राहक था कि उसके द्वारा यन्त्र पर उड़नेवाली मक्खी तक का शब्द सुनाई दे जाता था। वह केवल कार्बन की एक पेन्सिल थी, जो कारबन के दो लट्टों के सहारे लगी हुई थी। वह बैटरी के अन्दर से जुड़कर टेलीफ़ोन के सुनने के यन्त्र (Ear piece) से लगी हुई थी। इससे ट्रान्समिटर यन्त्र का काम लिया जाता था।

आजकल प्रायः उपयोग में आनेवाला माइक्रोफ़ोन अधिकतर उस कँपकँपी पर निर्भर है, जो दो पॉलिशदार कार्बन के चक्करों में रखे हुए कार्बन के छोटे-छोटे दानों के दबाव के कारण होता है। मुँह से बोलने के यन्त्र (Mouth piece) के पीछे ऐल्यूमीनियम का एक हल्का चक्कर लगा होता है। इन चक्करों का अग्रभाग ऐल्यूमीनियम के उस चक्कर में लगा होता है, जो मुँह से बोलने के आले (mouth piece) के पीछे लगा होता है। जब हम टेलीफ़ोन के अन्दर बातचीत करते हैं, तो इस ऐल्यूमीनियम के चक्कर में हमारी आवाज़ के शब्दों की लहरों से

कँपकँपी उत्पन्न होती है। कार्बन का पीछे का चक्कर मज़बूती से लगा होता है। अतएव जिस समय पर्दे के हिलने से सामने के चक्कर में कँपकँपी पैदा होती है, तो छोटे-छोटे दानों में लगातार आन्दोलन (Agitation) होता है, अथवा वह दबते जाते हैं और उनमें अनेक प्रकार की बाधा (Resistance) उत्पन्न होती है। बैटरी के अन्दर से एक करेंट दानों (Granules) में से आकर टेलीफ़ोन की लाइन में जाती है, जहाँ वह संवाद प्राप्त करने के उस ग्राहक आले में जाती है, जो बोलनेवाले के शब्दों को दोबारा निकालता है।

ह्यू्ग्स की जीवनी के कुछ संस्मरण

टेलीफ़ोन के विकास में भाग लेनेवाले बहुत-से व्यक्तियों में ह्यू्ग्स अत्यन्त प्रतिभाशाली था और उसको सदा नये-नये आविष्कार सूझा करते थे। वह सन् १८३१ में लंदन में पैदा हुआ था। किन्तु उसकी सात वर्ष की अवस्था में ही उसका कुटुम्ब वर्जीनिया (Verginia) को चला गया था, और उसकी शिक्षा केंटुकी (Kentucky) में हुई थी। उसने शीघ्र ही अपनी संगीत-सम्बन्धी प्रतिभा का परिचय दिया और १९ वर्ष की आयु में वह अपने ही कॉलेज में संगीत का प्रोफ़ेसर होगया। किन्तु उसकी विज्ञान में भी इतनी अधिक रुचि थी कि उसने प्राकृतिक दर्शन (Natural Philosophy) पढ़ाने का काम भी ले

लिया। सन् १८५३ में उसने प्रोफ़ेसरी भी छोड़ दी और अपना पूरा समय टाइप से छापनेवाले तार को पूर्ण करने में लगाने लगा। इस यन्त्र को उसने सन् १८५५ में पेटेंट कराया और शीघ्र ही उसका विश्व-भर में प्रचार होगया। सन १८७७ में वह इंगलैंड में बस गया और अगले वर्ष उसने अपने कार्वन के माइक्रोफ़ोन को पेटेण्ट कराया। उस दिन से सन् १९०० में अपनी मृत्यु होने तक वह लगातार आविष्कार में लगा रहा। उसी ने वेतार के टेलीफ़ोन-द्वारा वातचीत करने की सम्भावना का स्वप्न देखा था। उसी ने हीनरिच हर्ट (Heinrich Hertz) को बिजली की लहरों का आविष्कार करने और प्रोफ़ेसर ब्रैनली को उस कोहीयरर (Coherer) यन्त्र का आविष्कार करने को कहा था, जो वतार की लहरों को पकड़ने में अत्यन्त ग्राही है।

टेलीफ़ोन में और उन्नति की जा सकती है

टेलीफ़ोन से आविष्कर्ता ह्यूग्स के पश्चात् एडीसन आया। टेलीफ़ोन का वर्तमान रूप उसी की प्रखर प्रतिभा का परिणाम है। उसने उपपादक लच्छे अथवा इंडक्शन कोइल (Induction Coil) लगाकर (इससे पूर्व इस नमूने से एलिस ग्रे भी काम ले चुका था।) दूर-दूर तक टेलीफ़ोन करने की समस्या को भी सुलझा दिया।

टेलीफ़ोन कितना ही आश्चर्यजनक क्यों न हो, यह नहीं कहा जा सकता कि यह अन्तिम रूप तक पूर्ण हो गया। उर्वर मस्तिष्कवाले आविष्कार किया ही करते हैं। किसी दिन इसमें वर्तमान रूप से भी बहुत अधिक उन्नति की जा सकती है।

लिया। सन् १८५३ में उसने प्रोफ़ेसरी भी छोड़ दी और अपना पूरा समय टाइप से छापनेवाले तार को पूर्ण करने में लगाने लगा। इस यन्त्र को उसने सन् १८५५ में पेटेंट कराया और शीघ्र ही उसका विश्व-भर में प्रचार होगया। सन् १८७७ में वह इंगलैंड में बस गया और अगले वर्ष उसने अपने कार्बन के माइक्रोफ़ोन को पेटेण्ट कराया। उस दिन से सन् १९०० में अपनी मृत्यु होने तक वह लगातार आविष्कार में लगा रहा। उसी ने बेतार के टेलीफ़ोन-द्वारा बातचीत करने की सम्भावना का स्वप्न देखा था। उसी ने हीनरिच हर्ट (Heinrich Hertz) को बिजली की लहरों का आविष्कार करने और प्रोफ़ेसर ब्रैनली को उस कोहीयरर (Coherer) यन्त्र का आविष्कार करने को कहा था, जो बेतार की लहरों को पकड़ने में अत्यन्त ग्राही है।

टेलीफ़ोन में और उन्नति की जा सकती है

टेलीफ़ोन के आविष्कर्ता ह्यूग्स के पश्चात् एडीसन आया। टेलीफ़ोन का वर्तमान रूप उसी की प्रखर प्रतिभा का परिणाम है। उसने उपपादक लच्छे अथवा इंडक्शन कोइल (Induction Coil) लगाकर (इससे पूर्व इस नमूने से एलिस ग्रे भी काम ले चुका था।) दूर-दूर तक टेलीफ़ोन करने की समस्या को भी सुलझा दिया।

अनेक तार लगे होते हैं। वह ग्राहकों (टेलीफ़ोनवाले व्यक्तियों) की लाइन होती है। प्रत्येक लाइन के अन्त में धातु का एक छेददार खाना लगा होता है, जिसे सॉकेट अथवा जैक कहते हैं। प्रत्येक पैनेल में प्रायः १२५ साकेट लगे होते हैं।

जिसको की—बोर्ड (Key Board) कहते हैं, वह बिजली के तारोंवाली लचकदार रस्सियाँ होती हैं। उनमें से प्रत्येक के किनारे पर धातु के छोटे-छोटे लग लगे होते हैं। इनको जैकों में लगाया और निकाला जा सकता है। इनके लगाने से ग्राहक (व्यक्ति) के यहाँ टेलीफ़ोन का सम्बन्ध बना रहता है और निकाल लेने से सम्बन्ध टूट जाता है। जब किसी जैक में से लग को निकाला जाता है, तो वह फिर अपने छोटे-से घर में जा पड़ता है। प्रत्येक लाइन में उसका उत्तर देने का जैक होता है, और प्रत्येक रेखा में बहुत-से प्रगुणित अथवा 'मलटिपिल जैक' (Multiple Jack) होते हैं। यह दूसरे ऐसे ग्राहकों (व्यक्तियों) से जोड़ने के लिए होते हैं, जिसकी लाइन एक्सचेंज में किसी भी स्विच-बोर्ड पर समाप्त हो जावे। प्रत्येक जैक के ऊपर एक बिजली की बत्ती लगी होती है, जो किसी व्यक्ति के टेलीफ़ोन पर खुलते ही जल जाती है।

टेलीफ़ोन को देखने पर पता चलता है कि उसका

सोलहवाँ अध्याय

टेलीफ़ोन-एक्सचेंज

टेलीफ़ोन के आश्चर्य, उसकी कार्य-प्रणाली और उसके आविष्कार के इतिहास के विषय में विचार किया जा चुका। अब थोड़ा टेलीफ़ोन के दफ़्तर (Telephone Exchange) की कार्य-प्रणाली पर विचार किया जाता है।

टेलीफ़ोन-एक्सचेञ्ज के आश्चर्यों की अपेक्षा स्वयं टेलीफ़ोन-यन्त्र बहुत ही सरल होते हैं।

टेलीफ़ोन का दफ़्तर एक बड़ा लम्बा कमरा होता है, जिसमें लम्बी-लम्बी बेञ्चों पर सीधे पैनेल-शृङ्खला लगी होती हैं, जो छोटे-छोटे बटनों-जैसे दिखलाई देते हैं। वहाँ रँगी हुई रस्सियों में पीतल के बहुत से प्लग लगे होते हैं, जिन पर बहुत से ऑपरेटर (काम करनेवाले) बराबर-बराबर बैठे रहते हैं। प्रत्येक स्विचबोर्ड एक सीधे तंग पियानो-जैसा दिखलाई देता है। इन स्विचबोर्डों के पीछे

अनेक तार लगे होते हैं। वह ग्राहकों (टेलीफ़ोनवाले व्यक्तियों) की लाइन होती है। प्रत्येक लाइन के अन्त में धातु का एक छेददार खाना लगा होता है, जिसे सॉकेट अथवा जैक कहते हैं। प्रत्येक पैनेल में प्रायः १२५ साकेट लगे होते हैं।

जिसको की—बोर्ड (Key Board) कहते हैं, वह बिजली के तारोंवाली लचकदार रस्सियाँ होती हैं। उनमें से प्रत्येक के किनारे पर धातु के छोटे-छोटे प्लग लगे होते हैं। इनको जैकों में लगाया और निकाला जा सकता है। इनके लगाने से ग्राहक (व्यक्ति) के यहाँ टेलीफ़ोन का सम्बन्ध बना रहता है और निकाल लेने से सम्बन्ध टूट जाता है। जब किसी जैक में से प्लग को निकाला जाता है, तो वह फिर अपने छोटे-से घर में जा पड़ता है। प्रत्येक लाइन में उसका उत्तर देने का जैक होता है, और प्रत्येक रेखा में बहुत-से प्रगुणित अथवा 'मलटिपिल जैक' (Multiple Jack) होते हैं। यह दूसरे ऐसे ग्राहकों (व्यक्तियों) से जोड़ने के लिए होते हैं, जिसकी लाइन एक्सचेंज में किसी भी स्विच-बोर्ड पर समाप्त हो जावे। प्रत्येक जैक के ऊपर एक बिजली की बत्ती लगी होती है, जो किसी व्यक्ति के टेलीफ़ोन पर खुलते ही जल जाती है।

टेलीफ़ोन को देखने पर पता चलता है कि उसका

रिसीवर (सुनने का आला) दो काँटेवाले धातु के एक ऐसे टुकड़े पर रखा होता है, जो ऊपर और नीचे को हो सकता है और जिसको फोर्क कहते हैं। जब तक रिसीवर उस पर रखा रहता है, उसके बोझ से फोर्क नीचे को दबा रहता है। किन्तु रिसीवर के उठते ही फोर्क भी स्प्रिङ्ग के द्वारा ऊपर को उठ आता है। फोर्क के उठते ही बिजली का एक सर्केट बन्द हो जाता है और एक करेण्ट टेली-फ़ोन के तार में से एक्सचेञ्ज अथवा विनिमय-दफ़्तर में छोड़ दी जाती है। उस समय वहाँ पूर्वोक्त छोटी-सी बिजली जल जाती है, जिससे ऑपरेटर को पता लग जाता है कि अमुक ग्राहक टेलीफ़ोन पर किसी से बातचीत करना चाहता है। इस प्रकार टेलीफ़ोन के प्रत्येक ग्राहक (व्यक्ति) के तार पर बिजली की एक बत्ती एक्सचेञ्ज में लगी होती है, जो उसके किसी दूसरे ग्राहक से बातचीत करने की इच्छा होते ही जल जाती है।

जिस समय किसी दूसरे से टेलीफ़ोन-द्वारा बातचीत करनी होती है तो टेलीफ़ोन का रिसीवर उठाते ही एक्सचेञ्ज में उसकी बत्ती जल जाती है; ऑपेटर यदि लाइन साफ़ हो (कोई बात न कर रहा हो) तो एक लचीली रस्सी को ऊपर के जैक में लगा देता है—यह रस्सी बुलानेवाले का सिरा होती है। उसका दूसरा किनारा उस मल्टिपिल-जैक में लगाया जाता है, जिससे ग्राहक

बात करना चाहता है। तब दोनों के यन्त्रों का सर्कट पूरा हो जाता है। दोनों के तारों को जोड़ने के पूर्व ऑपरेटर जैक की धातु की आस्तीन को प्लग के किनारे से छूकर देखता है कि लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि लाइन काम में होती है, तो उसको आवाज़ आजाती है, और वह बुलानेवाले से कह देता है कि नम्बर खाली नहीं है।

अपने एक्सचेञ्ज (दफ्तर) की अपेक्षा 'दूसरे एक्स-चेञ्ज (नगर के दफ़्तर) वाले से बातचीत करना इतना सुगम नहीं है। यदि कोई देहली का ग्राहक किसी बम्बई-वाले से बातचीत करना चाहे, तो वह अपने टेलीफ़ोन के रिसीवर को ऊपर उठाकर सुनता है। देहली के एक्सचेञ्ज में छोटी बत्ती जल जाती है और तब ऑपरेटर को कहा जाता है कि बम्बई में अमुक नम्बरवाले से बात करनी है। सभी एक्सचेञ्ज आपस में आर्डर वाएर (Order wires) से जुड़े होते हैं। अब देहली का ऑपरेटर 'आर्डर वाएर' के द्वारा बम्बई के ऑपरेटर को उक्त नम्बर से बातचीत करा देने को कहता है, तो बम्बई का ऑपरेटर भी पहले यह देखता है कि अभिलिषित बम्बई नम्बर की लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि वह खाली होती है, तो वह उसको दिल्ली के ऑपरेटर की लाइन से मिला देता है। यदि बम्बई के ग्राहक की लाइन खाली है और इसकी लाइन दिल्लीवाली लाइन में मिल जाती है, तो बम्बई के ग्राहक

रिसीवर (सुनने का आला) दो काँटेवाले धातु के एक ऐसे टुकड़े पर रखा होता है, जो ऊपर और नीचे को हो सकता है और जिसको फोर्क कहते हैं। जब तक रिसीवर उस पर रखा रहता है, उसके बोझ से फोर्क नीचे को दबा रहता है। किन्तु रिसीवर के उठते ही फोर्क भी स्प्रिङ्ग के द्वारा ऊपर को उठ आता है। फोर्क के उठते ही बिजली का एक सर्केट बन्द हो जाता है और एक करेण्ट टेलीफ़ोन के तार में से एक्सचेञ्ज अथवा विनिमय-दफ़्तर में छोड़ दी जाती है। उस समय वहाँ पूर्वोक्त छोटी-सी बिजली जल जाती है, जिससे ऑपरेटर को पता लग जाता है कि अमुक ग्राहक टेलीफ़ोन पर किसी से बातचीत करना चाहता है। इस प्रकार टेलीफ़ोन के प्रत्येक ग्राहक (व्यक्ति) के तार पर बिजली की एक बत्ती एक्सचेञ्ज में लगी होती है, जो उसके किसी दूसरे ग्राहक से बातचीत करने की इच्छा होते ही जल जाती है।

जिस समय किसी दूसरे से टेलीफ़ोन-द्वारा बातचीत करनी होती है तो टेलीफ़ोन का रिसीवर उठाते ही एक्सचेञ्ज में उसकी बत्ती जल जाती है; ऑपेटर यदि लाइन साफ़ हो (कोई बात न कर रहा हो) तो एक लचीली रस्सी को ऊपर के जैक में लगा देता है—यह रस्सी बुलानेवाले का सिरा होती है। उसका दूसरा किनारा उस मल्टिपिल-जैक में लगाया जाता है, जिससे ग्राहक

बात करना चाहता है। तब दोनों के यन्त्रों का सर्कट पूरा हो जाता है। दोनों के तारों को जोड़ने के पूर्व ऑपरेटर जैक की धातु की आस्तीन को प्लग के किनारे से छूकर देखता है कि लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि लाइन काम में होती है, तो उसको आवाज़ आजाती है, और वह बुलानेवाले से कह देता है कि नम्बर खाली नहीं है।

अपने एक्सचेञ्ज (दफ्तर) की अपेक्षा 'दूसरे एक्स-चेञ्ज (नगर के दफ़्तर) वाले से बातचीत करना इतना सुगम नहीं है। यदि कोई देहली का ग्राहक किसी बम्बई-वाले से बातचीत करना चाहे, तो वह अपने टेलीफ़ोन के रिसीवर को ऊपर उठाकर सुनता है। देहली के एक्सचेञ्ज में छोटी बत्ती जल जाती है और तब ऑपरेटर को कहा जाता है कि बम्बई में अमुक नम्बरवाले से बात करनी है। सभी एक्सचेञ्ज आपस में आर्डर वाएर (Order wires) से जुड़े होते हैं। अब देहली का ऑपरेटर 'आर्डर वाएर' के द्वारा बम्बई के ऑपरेटर को उक्त नम्बर से बातचीत करा देने को कहता है, तो बम्बई का ऑपरेटर भी पहले यह देखता है कि अभिलिषित बम्बई नम्बर की लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि वह खाली होती है, तो वह उसको दिल्ली के ऑपरेटर की लाइन से मिला देता है। यदि बम्बई के ग्राहक की लाइन खाली है और इसकी लाइन दिल्लीवाली लाइन में मिल जाती है, तो बम्बई के ग्राहक

के यहाँ स्वयं ही घण्टी बजने लगती है, क्योंकि एक छोटा बिजली का यन्त्र बम्बई के ग्राहक के टेलीफ़ोन की घण्टी को बजाता है। यदि लाइन खाली नहीं होती, तो हमको उसका पता भी स्वयं ही लग जाता है।

जब बातचीत समाप्त हो जाती है और दोनों ग्राहक अपने-अपने रिसीवर को टेलीफ़ोन में टाँग देते हैं, तो पहिले एक्सचेंज में एक बिजली की बत्ती जल जाती है। तब ऑपरेटर जैक में से रस्सी को खींच लेता है। रस्सी ठीक तौर से अपने स्थान पर चली जाती है और वार्तालाप समाप्त हो जाता है।

स्विच बोर्ड के पीछे के तारों का गोरख-धन्धा

एक्सचेंज के प्रत्येक ऑपरेटर को कुछ विशेष सँख्या के ग्राहकों को देखना पड़ता है। एक-एक ऑपरेटर के पास ८० से लगाकर १२५ तक ग्राहक होते हैं। बड़े एक्सचेञ्ज में दस सहस्त्र के लगभग ग्राहक होते हैं, जिनमें ८० से लगाकर १०० ऑपरेटरों तक को एक साथ बैठकर काम करना होता है। पाश्चात्य देशों में ऑपरेटर के कार्य को प्रायः स्त्रियाँ करती हैं। तो भी वहाँ तारों का इतना बड़ा गोरखधन्धा होते हुए भी उस कमरे के अन्दर घुसनेवाले को एक भी तार दिखलाई नहीं देता।

टेलीफ़ोन के एक्सचेञ्ज में प्रत्येक कार्य को इतनी शाँति पूर्वक होते देखकर अत्यन्त आश्चर्य होता है। वहाँ किसी

प्रकार का शब्द तक नहीं होता। यद्यपि छोटी-छोटी बत्तियाँ स्विचबोर्ड पर दिन-भर जलती और बुझती रहती हैं, किंतु वहाँ इतनी शान्ति रहती है कि फ़र्श पर पिन गिरने का शब्द भी सुनाई दे जाता है।

यदि कोई बुरे स्वभाव वाला व्यक्ति टेलीफ़ोन करता है, तो वह देर होने पर बुरी तरह चिल्लाता है। वह बारबार कहता कि 'बैठे क्या कर रहे हो', उसको यह पता ही नहीं रहता कि एक्सचेञ्ज के कई सहस्र तारों में एक नम्बर को शीघ्रता से मिलाना कितना कठिन होता है। एक्चेंज में ऐसे व्यक्ति को किकर (A Kicker) अथवा ठोकर मारने वाला कहा जाता है। टेलीफ़ोन के कार्य का गुरुत्व को उसकी अज्ञानता पर उसकी अच्छी हँसी उड़ाई जाती है। ऐसे व्यक्ति तार-घर की खिड़की की भीड़ को देखकर वहाँ घण्टों खड़े रहकर भी शिकायत नहीं करते। किन्तु टेलीफ़ोन के तार, एक्सचेञ्ज और टेलीफ़ोन-क्लर्क को न देखने के कारण उनको इस बात की कल्पना भी नहीं होती कि एक्सचेञ्ज में प्रत्येक व्यक्ति अपने-अपने कार्य में कितना लगा रहता है।

टेलीफ़ोन-द्वारा समुद्र-पार बातचीत करना

टेलीफ़ोन-द्वारा हम काफ़ी दूरी तक बातचीत कर सकते हैं। पेरिस से ८०० मील दूर बर्लिन, न्यूयार्क से चिकागो और दिल्ली से भी भारत के सभी प्रधान-प्रधान

नगरों से बातचीत कर सकते हैं। किन्तु जहाँ टेलीफ़ोन के मार्ग में समुद्र आता है।' वहाँ बातचीत करना इतना सुगम नहीं होता।

लंदन से पेरिस को बातचीत करने के लिए बीच की 'चैनेल' में टेलीफ़ोन की करेंट के तार डालने पड़े थे। समुद्री तार एक रबर के बड़े लम्बे मोज़े बुनने के नलके जैसा होता है। यदि एक रबर के लम्बे नल में पानी भरा जावे, तो नल थोड़ा-थोड़ा करके फूलने लगेगा और जब तक काफ़ी पानी भर जाने पर वह बिल्कुल कड़ा न हो जावेगा, उसका दूसरा किनारा स्वयं न उठेगा। समुद्री तार भी इस फूलने वाले मोज़े के नलके जैसा ही होता है। उसके अन्दर करेण्ट जाने में कुछ देर अवश्य लगती है और इसी कारण आवाज़ के दूसरी ओर जाने में बाधा पड़ती है; क्योंकि शब्द के द्वारा उत्पन्न हुई कँपकँपी हज़ारों सेकिंड तक दौड़ती रहती है।

कुछ मील का ही समुद्री तार सैंकड़ों मील के स्थल के तार के बराबर होता है। इस बात की बहुत कुछ सम्भावना है कि समुद्र पार बातचीत करने में प्रायः बेतार के टेलीफ़ोन से ही काम लिया जावेगा।

टेलीफ़ोन के मन्दे शब्द को बलवान करना

लन्दन से पेरिस और ब्रूसेल्स से अत्यन्त स्पष्टता से बात की जा सकती है। किन्तु अपने वर्तमान ज्ञान के बल

पर लंदन से न्यूयार्क तक बात चीत नहीं की जा सकती, स्थल की लाइनों पर बड़ी-बड़ी दूरी को अत्यन्त प्रसिद्ध पुनः शक्तिदान प्रणाली (Relay System) से जीत लिया गया है। यह बहुत कुछ टेलीग्राफ़ रिपीटर (Repeater) अथवा तार समाचार को दोबारा बोलने वाले के समान होती है। यह संवाद को उसके निर्बल पड़ने पर पकड़कर उसमें नई शक्ति भर देती है, जिससे फिर वह अत्यन्त स्पष्ट रूप से सुनाई देता है।

टेलीग्राफ़ो के समान ही टेलीफ़ोन में भी एक ही तार में अनेक सन्देश किसी भी दिशा में दिये जा सकते हैं। एक ही समय एक तार से टेलीग्राफ़ और टेलीफ़ोन देने का काम लेने को आश्चर्यजनक प्रणियों का आविष्कार भी हो चुका है। टेलीग्राफ़ की करेण्ट टेलीफ़ोन के पृथ्वी के नीचे दबे हुए दोनों तार में एक दिशा में ही भेजी जाती हैं। इस प्रकार बातचीत में विना बाधा पहुँचाए हुए टेली-ग्राफ़ की करेण्ट टेलीफ़ोन में के तार में से जा सकती हैं। यह भी सम्भव है कि टेलीफ़ोन के तार में बातचीत भी होती रहे और साथ-ही-साथ कई-कई तार भी चले जावें।

यह देखा जा चुका है कि टेलीफ़ोन के आविष्कार के पश्चात् सभी प्रकार के आविष्कार हुए। जैसे—समाचारों का स्वयं छप जाना, भेजने में आश्चर्यजनक शीघ्रता आदि, इसी प्रकार टेलीफ़ोन के आविष्कार के बाद भी बड़े-बड़े

मनोहर आविष्कार हुए। टेलीफ़ोन की लम्बी लम्बी ट्रङ्क लाइन, जिन पर सहस्रों मील पर सन्देश सुने जा सकते हैं, प्रयोग में बहुत महँगी पड़ती हैं। अतएव सम्भवतः इसी कारण आविष्कारकों ने फोनोग्राफ़जैसे यन्त्र का आविष्कार किया। इसके द्वारा सन्देश को लेकरः उसको बन्द करके सुरक्षित रख लेते हैं। और उस के सुनने वाले को वह चाहे जब सुना देते हैं।

टेलीफ़ोन सन्देश को सुरक्षित रखकर चाहे जब सुना देता है

यह आविष्कार पौलसेन (Poulsen) नाम के एक डेनमार्क के इञ्जीनियर ने किया था। उसने पता लगाया कि यदि एक लोहे के तार को टेलीफ़ोन के मैगनेट के पास से उस समय धीरे से चलाया जावे, कि जिस समय कोई बात कर रहा हो तो वह टेलीफ़ोन की बिजली के धक्के को पी जाता है। और यदि ऐसे तार को उसी प्रकार के दुबारा आवाज़ बनाने वाले पंत्र के सामने से दौड़ाया जाये तो वह एकत्रित किये हुये शब्द ग्रामोफ़ोन के समान फिर दुहराये जाते थे।

इस प्रकार एक मनुष्य किसी ऐसे दूसरे आदमी के लिए, जो टेलीफ़ोन पर पर बुलाये जाने पर घर नहीं मिलता— अपना सन्देश छोड़ सकता है। टेलीफ़ोन का रिसीवर

अपने हिलते हुये तार पर उसका सन्देश ले लेगा । और जब अनुपास्थित ग्राहक वापिस आवे वह एक लीवर (चाबी) को दबा कर, और दुबारा सुनने वाले यंत्र (Reproducer) के अन्दर तार को चलावे तो वह एक घन्टा पूर्व दिये हुये अपने मित्र के सन्देश को सुन लेगा।

इस आविष्कार के सम्बन्ध में भविष्य के लिये अत्यन्त उत्सुकता से देखा जा रहा है। क्योंकि यद्यपि इसमें बहुत उन्नति हो गई है किन्तु अभी दैनिक टेलीफ़ोन पर नहीं लगाया जासकता है।

आॅटोमेटिक टेलीफ़ोन

एक्सचेंज को नम्बर मिलाने को कहने में और एक्सचेंज के नम्बर मिलाने मे काफी समय लगा करता था। अतः इस दिक्कत को दूर करने के लिये आटोमेटिक टेलीफ़ोन का आविष्कार किया गया। इस यन्त्र के द्वारा टेलीफ़ोन आपरेटर की सहायता के बिना ही हम चाहे जिस ग्राहक से स्वयं ही नम्बर मिलाकर बातचीत कर सकते हैं। यह सब सम्बन्ध बिजली के जादू से होते हैं।

आटोमेटिक टेलीफ़ोन विद्युत्संसार में सबसे पिछला और सबसे नवीन आश्चर्य है, किन्तु इसका विचार एक दम नवीन नहीं है। उन्नीसवीं शताब्दी के समाप्त होने से पहले ही ग्लासगो के मिस्टर डी० सिंक्लेयर (D. Sin-clair) ने इसके बनने की सम्भावना बतलाई थी। वह

मनोहर आविष्कार हुए। टेलीफ़ोन की लम्बी लम्बी ट्रङ्क लाइन, जिन पर सहस्रों मील पर सन्देश सुने जा सकते हैं, प्रयोग में बहुत महँगी पड़ती हैं। अतएव सम्भवतः इसी कारण आविष्कारकों ने फोनोग्राफ़जैसे यन्त्र का आविष्कार किया। इसके द्वारा सन्देश को लेकर उसको बन्द करके सुरक्षित रख लेते हैं। और उस के सुनने वाले को वह चाहे जब सुना देते हैं।

टेलीफ़ोन सन्देश को सुरक्षित रखकर चाहे जब सुना देता है

यह आविष्कार पौलसेन (Poulsen) नाम के एक डेनमार्क के इञ्जीनियर ने किया था। उसने पता लगाया कि यदि एक लोहे के तार को टेलीफ़ोन के मैगनेट के पास से उस समय धीरे से चलाया जावे, कि जिस समय कोई बात कर रहा हो तो वह टेलीफ़ोन की बिजली के धक्के को पी जाता है। और यदि ऐसे तार को उसी प्रकार के दुबारा आवाज़ बनाने वाले यंत्र के सामने से दौड़ाया जाये तो वह एकत्रित किये हुये शब्द ग्रामोफ़ोन के समान फिर दुहराये जाते थे।

इस प्रकार एक मनुष्य किसी ऐसे दूसरे आदमी के लिए, जो टेलीफ़ोन पर पर बुलाये जाने पर घर नहीं मिलता— अपना सन्देश छोड़ सकता है। टेलीफ़ोन का रिसीव

अपने हिलते हुये तार पर उसका सन्देश ले लेगा। और, जब अनुपास्थित ग्राहक वापिस आवे वह एक लीवर (चाबी) को दबा कर, और दुबारा सुनने वाले यंत्र (Reproducer) के अन्दर तार को चलावे तो वह एक घन्टा पूर्व दिये हुये अपने मित्र के सन्देश को सुन लेगा।

इस आविष्कार के सम्बन्ध में भविष्य के लिये अत्यन्त उत्सुकता से देखा जा रहा है। क्योंकि यद्यपि इसमें बहुत उन्नति हो गई है किन्तु अभी दैनिक टेलीफ़ोन पर नहीं लगाया जासकता है।

ऑटोमेटिक टेलीफ़ोन

एक्सचेंज को नम्बर मिलाने को कहने में और एक्सचेंज के नम्बर मिलाने में काफ़ी समय लगा करता था। अतः इस दिक़्क़त को दूर करने के लिये आटोमेटिक टेलीफ़ोन का आविष्कार किया गया। इस यन्त्र के द्वारा टेलीफ़ोन आपरेटर की सहायता के बिना ही हम चाहे जिस ग्राहक से स्वयं ही नम्बर मिलाकर बातचीत कर सकते हैं। यह सब सम्बन्ध बिजली के जादू से होते हैं।

आटोमेटिक टेलीफोन विद्युत्संसार में सबसे पिछला और सबसे नवीन आश्चर्य है, किन्तु इसका विचार एक दम नवीन नहीं है। उन्नीसवीं शताब्दी के समाप्त होने से पहले ही ग्लासगो के मिस्टर डी० सिंक्लेयर (D. Sin-clair) ने इसके बनने की सम्भावना बतलाई थी। वह

टेलीफ़ोन के सबसे प्राचीन एञ्जीनियरों में से एक थे। उन्होंने इस समस्या को हल करने के अनेक प्रयत्न किए थे।

जिस सिद्धान्त पर यह ओटोमेटिक टेलीफ़ोन काम करते हैं, वह भी लगभग वही है। प्रत्येक ग्राहक की लाइन एक स्विचबोर्ड तक जाती है, जहाँ वह वृत्तों के चारों ओर लगी होती है। किसी से नम्बर मिलानेवाला ग्राहक अपनी अँगुली को चलाता है। यह सम्बन्ध के वृत्तों के चारों ओर तब तक घूमती है कि वह एक विशेष वृत्त को छू देती है।

टेलीफ़ोन का इस समय का प्रसिद्ध नमूना एक डायल (Dial) होता है, जो मामूली प्रत्येक टेलीफ़ोन में लगा होता है। इस डायल पर १ से लगाकर १० तक के अङ्क पड़े होते हैं। इन सब अङ्कों के ऊपर अँगुली जाने योग्य धातु के छेद होते हैं। यदि किसी को ६४५२ नम्बर साहित्य मण्डल से टेलीफ़ोन पर बात करनी है तो वह पहिले ६ नम्बर में अपनी अँगुली डालकर यहाँ तक घुमावेगा कि उसकी अँगुली के साथ घूमनेवाला डायल आगे न घूम सके। फिर वह उसमें से अँगुली निकालकर ४ के छेद में डालेगा और उसको भी इसी प्रकार घुमावेगा। इसी प्रकार वह ५ और २ नम्बर के छेदों में भी अँगुली डाल-डालकर उनको घुमावेगा।

ओटोमेटिक एक्सचेञ्ज अथवा जिसको मैकैनिकल सीलेक्टर (Mechanical Selecter) भी कहते हैं। अँगुलियों की यह क्रियाएँ वह प्रभाव दिखलाती हैं कि अपना अभिलिषित नम्बर स्वयं मिल जाता है। इस सारे कार्य में मनुष्य का हाथ बिल्कुल नहीं लगता। बिजली की शक्ति इन जड़ वस्तुओं में भी जान डालकर इनसे जीवित व्यक्तियों के जैसा कार्य करा लेती हैं।

टेलीफ़ोन की संसार में स्थापना

सन् १८७७ ई० में न्यूयार्क में सार्वजनिक टेलीफ़ोन एक्सचेञ्ज की स्थापना हुई। संसार में सार्वजनिक टेलीफ़ोन एक्सचेञ्ज सबसे पहिला यही था। इसके ठीक एक वर्ष बाद थोड़े-थोड़े समय के अन्तर से, १८८१ तक मैंचेस्टर, ग्लासगो, पेरिस और बर्लिन आदि मुख्य नगरों में टेलीफ़ोन एक्सचेञ्ज स्थापित हुए।

इङ्गलैण्ड में १८७२ में टेलीफ़ोन का प्रवेश हो गया था, किन्तु यहाँ इसकी उन्नति बड़े धीरे-धीरे हुई। सन् १९९२ में पोस्ट-ऑफ़िस ने ट्रङ्क-लाइन का प्रबन्ध अपने हाथ में लिया, सन् १९१० में तो इङ्गलैण्ड के सब टेलीफ़ोन एक्सचेञ्ज पोस्ट-ऑफ़िस को सौंप दिए गए। महा-युद्ध के समय कुल इङ्गलैण्ड में २० लाख टेलीफ़ोन सम्बन्ध थे।

टेलीफ़ोन द्वारा अन्तर्राष्ट्रीय बातचीत

सन् १८९१ में इङ्गलैण्ड और पेरिस में फ़ोन द्वारा बातचीत करने का प्रबन्ध हुआ। १९१४ में स्विटजरलैण्ड से और १९२२ में हॉलैंड से भी प्रबन्ध हो गया। १९२३ से सभी देशों में टेलीफ़ोन द्वारा बाचचीत करने के लिए एक अन्तर्राष्ट्रीय कमेटी बनाई गई। अब तो योरोप और ग्रेटब्रिटेन के सभी विभिन्न देशों और प्रान्तों में बातचीत की जा सकती है।

दक्षिण अमरीका में भी टेलीफ़ोन का प्रबन्ध बढ़ता जा रहा है। प्रिन्स आफ वेल्स की दक्षिण अमरीका की यात्रा से वहाँ टेलीफ़ोन का महत्व बहुत बढ़ गया है। उन्होंने सोंटेयागो से ७००० मील की दूरी पर लन्दन स्थित बकिंघम राजभवन से सम्राट् और साम्राज्ञी से बातचीत करके वहाँ की जनता को आश्चर्य में डाल दिया था। अब तो वहाँ बहुत ज्यादा टेलीफ़ोन लग गए हैं।

भारत में टेलीफ़ोन

भारत में लगभग सभी बड़े-बड़े नगरों में टेलीफ़ोन का प्रबन्ध है। एक ही स्थान से विभिम्न नगरों से भी बात-चीत हो सकती है, किन्तु अभी यहाँ उसका उपयोग बड़े-बड़े वकील, डाक्टर और व्यापारी ही कर रहे हैं। इङ्ग-लिस दैनिक समाचार पत्रों और कुछ हिन्दी पत्रों के कार्या-लय में भी इसका उपयोग किया जाता है। भारत में टेली-

फ़ोन का सारा प्रबन्ध सरकार ने अपने हाथ मेंले रखा है

टेलीफ़ोन और उसके नौकरों की सँख्या

अमरीका में ४००० मील तक टेलीफ़ोन सर्विस लग
गई है, इसके द्वारा ग्राहक ७० सहस्र नगरों के २ करोड़
२० लाख व्यक्तियों के साथ बातचीत कर सकता है। अम-
रीका में दैनिक ३ करोड़ ३० लाख बातचीत टेलीफ़ोन
द्वारा होती है। वहाँ २ लाख ३० सहस्र व्यक्ति टेलीफ़ोन
के काम पर नौकर हैं। अकेले न्यूयार्क में ही दश लाख
टेलीफ़ोन के सम्बन्ध हैं। वहाँ ३० सहस्र व्यक्तिटेलीफ़ोन में
नौकर हैं। वहाँ एक घंटे में ५ लाख बातचीत की जाती
हैं। योरोप में कुल १ करोड़ दस लाख यन्त्र हैं।

अमरीका में 'कुल मिलाकर ३ करोड़ ३० लाख मोल
टेलीफ़ोन का तार है, जिसमें आधे से अधिक जमीन के
अन्दर हैं, उनमें ७० लाख टन ताम्बा लगा हुआ है और
वह ३ करोड़ खम्भों पर रंगे हुए हैं। सँसार भर में ३॥
करोड़ टेलीफ़ोन होंगे। निम्न अङ्कों से प्रति देश की जनता
के प्रति सैकड़े में टेलीफ़ोन की सँख्याओं का पता चलेगा—

प्रति १०० व्यक्तियों संयुक्त राज्य में १७; कनाडा में
१४; डेनमार्क ९; न्यूजीलैण्ड ११; स्वेडेन ५; हवाई ६;
नार्वे ७; आस्ट्रेलिया ७; स्विटज़र्लैण्ड ७; जर्मनी ५; हालैण्ड
३; आस्ट्रिया ३; ब्रिटेन ५; फिनलैण्ड १; फ्राँस ३; बेल्जि-
यम ३; अर्जेण्टाइन ३; कूबा १।

टेलीफ़ोन द्वारा अन्तर्राष्ट्रीय बातचीत

सन् १८९१ में इङ्गलैण्ड और पेरिस में फोन द्वारा बातचीत करने का प्रबन्ध हुआ। १९१४ में स्विटजरलैण्ड से और १९२२ में हॉलैंड से भी प्रबन्ध हो गया। १९२३ में सभी देशों में टेलीफ़ोन द्वारा बाचचीत करने के लिए एक अन्तर्राष्ट्रीय कमेटी बनाई गई। अब तो योरोप और ग्रेटब्रिटेन के सभी विभिन्न देशों और प्रान्तों में बातचीत की जा सकती है।

दक्षिण अमरीका में भी टेलीफ़ोन का प्रबन्ध बढ़ता जा रहा है। प्रिन्स आफ़ वेल्स की दक्षिण अमरीका की यात्रा से वहाँ टेलीफ़ोन का महत्व बहुत बढ़ गया है। उन्होंने सॉंटेयागो से ७००० मील की दूरी पर लन्दन स्थित बकिंघम राजभवन से सम्राट् और साम्राज्ञी से बातचीत करके वहाँ की जनता को आश्चर्य में डाल दिया था। अब तो वहाँ बहुत ज्यादा टेलीफ़ोन लग गए हैं।

भारत में टेलीफ़ोन

भारत में लगभग सभी बड़े-बड़े नगरों में टेलीफ़ोन का प्रबन्ध है। एक ही स्थान से विभिन्न नगरों से भी बातचीत हो सकती है, किन्तु अभी यहाँ उसका उपयोग बड़े-बड़े वकील, डाक्टर और व्यापारी ही कर रहे हैं। इङ्गलिस दैनिक समाचार पत्रों और कुछ हिन्दी पत्रों के कार्यालय में भी इसका उपयोग किया जाता है। भारत में टेली-

फ़ोन का सारा प्रबन्ध सरकार ने अपने हाथ में ले रखा है।

टेलीफ़ोन और उसके नौकरों की सँख्या

अमरीका में ४००० मील तक टेलीफ़ोन सर्विस लग
गई है, इसके द्वारा ग्राहक ७० सहस्र नगरों के २ करोड़
२० लाख व्यक्तियों के साथ बातचीत कर सकता है। अम-
रीका में दैनिक ३ करोड़ ३० लाख बातचीत टेलीफ़ोन
द्वारा होती है। वहाँ २ लाख ३० सहस्र व्यक्ति टेलीफ़ोन
के काम पर नौकर हैं। अकेले न्यूयार्क में ही दश लाख
टेलीफ़ोन के सम्बन्ध हैं। वहाँ ३० सहस्र व्यक्ति टेलीफ़ोन में
नौकर हैं। वहाँ एक घंटे में ५ लाख बातचीत की जाती
है। योरोप में कुल १ करोड़ दस लाख यन्त्र हैं।

अमरीका में कुल मिलाकर ३ करोड़ ३० लाख मील
टेलीफ़ोन का तार है, जिसमें आधे से अधिक जमीन के
अन्दर हैं, उनमें ७० लाख टन ताम्बा लगा हुआ है और
वह ३ करोड़ खम्भों पर टँगे हुए हैं। सँसार भर में ३॥
करोड़ टेलीफ़ोन होंगे। निम्न अङ्कों से प्रति देश की जनता
के प्रति सैकड़े में टेलीफ़ोन की सँख्याओं का पता चलेगा—

प्रति १०० व्यक्तियों संयुक्त राज्य में १७; कनाडा में
१४; डेनमार्क ९; न्यूजीलैण्ड ११; स्वेडेन ७; हवाई ६;
नार्वे ७; आस्ट्रेलिया ७; स्विटज़लैंण्ड ७; जर्मनी ५; हालैण्ड
३; आस्ट्रिया ३; ब्रिटेन ५; फिनलैण्ड १; फ्राँस ३; बेल्जि-
यम ३; अर्जेण्टाइन ३; कूबा १।

भारत की सँख्या अभी १ प्रति शतक से भी इतनी कम है कि उनका नाम अन्तर्राष्ट्रीय अङ्कों में नहीं आता।

अमरीका के ६ बड़े-बड़े प्रसिद्ध और विशाल नगरों में तो चार व्यक्तियों पर एक टेलीफ़ोन रहता है, लंदन, पेरिस तथा वर्लिन में यह सँख्या १० और १२ के बीच है। वर्लिन और पेरिस प्रति १०० व्यक्ति १२ टेलीफ़ोन व्यवहार में लाते हैं। लंदन में यही सँख्या १० है।

लाउड स्पीकर

लाउड स्पीकर से इसकी उपयोगिता वहुत अधिक बढ़ गई है। इसकी सहायता से एक ही टेलीफ़ोन ग्राहक यन्त्र से एक वक्ता का भाषण बहुत से व्यक्ति एक साथ सुन सकते हैं। इस यन्त्र का उपयोग भारतवर्ष में भी बड़ी-बड़ी सभाओं के अवसर पर किया जाता है। इंगलेण्ड और अमेरिका आदि देशों में तो इसका प्रयोग नित्य प्रति किया जाता है, चुनाव आदि के अवसरों पर इंगलैण्ड और अमरीका की विभिन्न पार्टियों के नेता इसका भली भाँति उपयोग करते हैं। एक स्थान पर बैठे-बैठे टेलीफ़ोन के प्रेषक यन्त्र के सामने अपना भाषण देते हैं, वही भाषण अन्यत्र किसी दूरस्थ स्थान में एक सहस्र व्यक्तियों को एक साथ सुनाई पड़ता है। अभी भविष्य में इसका उपयोग बहुत अधिक बढ़ने की आशा है।

* * *

सतरहवाँ अध्याय

बेतार का युग

सम्भवतः बेतार का तार इस वैज्ञानिक युग का सबसे बड़ा और सबसे अधिक आश्चर्यजनक आविष्कार है। इसके द्वारा समाचार को आकाश के प्रदेशों में से विना तार की सहायता के इतनी शीघ्रता से भेजा जा सकता है कि पढ़ने में भी उससे अधिक देर लगती है। इस समाचार के आने में एक सेकिन्ड से भी कम समय लगता है।

बेतार के आश्चर्य के द्वारा हज़ारों मीलों के अन्दर लाखों व्यक्तियों से एक ही व्यक्ति बातचीत कर सकता है और इतनी अधिक दूरी होते हुए भी उनमें से प्रत्येक व्यक्ति उस सन्देश को सुन सकता है। बादलों में उड़ने वाला एक व्यक्ति पाँच सहस्र फुट या उससे अधिक दूरी पर होने पर भी एक जहाज़ को कठिन जल मार्ग से बन्दरगाह में ला सकता है। वह बेतार की सहायता से जहाज़ को इतना ठीक-ठीक मार्ग बता सकता है, मानों वह पुल पर ही खड़ा हुआ हो।

आज अधिकाँश देशों के लाखों घरों में ऐसे छोटे-छोटे यन्त्र हैं, जिनमें वह बेतार की आवाजों, सङ्गीत तथा अन्य अनेक बातों को सुन लेते हैं। इन यन्त्रों को बेतार का ग्राहक अथवा वाइरलेस रिसीवर (Wireless Receiver) कहते हैं। यह यंत्र एक लम्बे तार द्वारा एक बड़े वृक्ष की चोटी से सम्बन्धित होते हैं, यह छत में से निकला हुआ होता है। यह यन्त्र लकड़ी का एक चौखटा होता है, जो कमरे में लटका रहता है। घर की दीवारों के वृक्षों में से यह तार हवा में आने वाले समाचार को ग्रहण कर लेते हैं। जिस प्रकार हिली हुई पंक्तियाँ हवा को ग्रहण कर लेती हैं। उसी प्रकार यह यन्त्र वायु के अन्दर से आने वाले बिजली के जादू को पकड़ लेते हैं। यह ऐसे व्यक्तियों को भी आपस में वार्तालाप करा देते हैं, जिन्होंने एक दूसरे को कभी नहीं देखा और न वह एक दूसरे को जानते हैं। वह किसी सुदूरवर्ती देश में गाये जाने वाले सङ्गीत के मधुर स्वर से अस्पताल को भर सकते हैं। वह उस दिन की आशा दिलाते हैं, जब कोई अकेला न रहेगा।

बेतार के इतिहास में दो व्यक्ति और दो तारीखें सदा स्मरण करने योग्य हैं; दोनों व्यक्ति क्लर्क मैक्सवेल (Cl-erk Mexwell) और हर्ज (hertrz) हैं और तारीखें सन् १८७३ और सन् १८८७ हैं।

सन् १८७३ में क्लर्क मैक्सवेल ने सँसार में घोषित

किया था कि यदि बिजली के मैगनेट द्वारा उत्पन्न किये हुए शक्ति के क्षेत्र में कोई परिवर्तन किया जाता है तो उस परिवर्तन का प्रभाव भी आकाश में उतनी ही शीघ्र गति से जाता है, जिस गति से प्रकाश की किरण जाती हैं। अर्थात् एक सेकिंड में १८६००० मील।

सन १८८७ में हर्ट्ज़ ने बिजली की लहरों के संबंध में किये हुए अपने बहुत से प्रसिद्ध प्रयोगों के उन परिमाणों को प्रकाशित किया था, जो बिजली के द्वारा आकाश अथवा ईथर (Ether) में होते हैं। हर्ज़ ने ही पहली पहल अपने उस कमरे में से बेतार के सन्देश को भेजा था, जिसमें वह प्रयोग किया करता था। इसी कारण आकाश के अन्दर से इस आश्चर्यजनक शीघ्रता से चलने वाली इन लहरों को कभी-कभी हर्ज़ियन लहर भी कहते हैं।

बिजली की लहरों को उत्पन्न करने वाला चतुर जर्मन

हर्ज़ ने बड़ी सुगम प्रणाली से इन लहरों को उत्पन्न किया था। उसने दो तारों को एक उपपादक लच्छे (Induction Coil) से धातु की दो छोटी गेंदों में जोड़ा। उनमें से प्रत्येक एक डंडे के द्वारा एक फुट व्यास के धातु के एक दूसरे गोले से सम्बन्धित थी, दोनों गेंदों का आपस में थोड़ा-थोड़ा ही अन्तर था और लच्छे अथवा काइल

आज अधिकाँश देशों के लाखों घरों में ऐसे छोटे-छोटे यन्त्र हैं, जिनमें वह वेतार की आवाजों, सङ्गीत तथा अन्य अनेक बातों को सुन लेते हैं। इन यन्त्रों को वेतार का ग्राहक अथवा वाइरलेस रिसीवर (Wireless Receiver) कहते हैं। यह यंत्र एक लम्बे तार द्वारा एक बड़े वृक्ष की चोटी से सम्बन्धित होते हैं, यह छत में से निकला हुआ होता है। यह यन्त्र लकड़ी का एक चौखटा होता है, जो कमरे में लटका रहता है। घर की दीवारों के वृत्तों में से यह तार हवा में आने वाले समाचार को ग्रहण कर लेते हैं। जिस प्रकार हिली हुई पंक्तियाँ हवा को ग्रहण कर लेती हैं। उसी प्रकार यह यन्त्र वायु के अन्दर से आने वाले बिजली के जादू को पकड़ लेते हैं। यह ऐसे व्यक्तियों की भी आपस में वार्तालाप करा देते हैं, जिन्होंने एक दूसरे को कभी नहीं देखा और न वह एक दूसरे को जानते हैं। वह किसी सुदूरवर्ती देश में गाये जाने वाले सङ्गीत के मधुर स्वर से अस्पताल को भर सकते हैं। वह उस दिन की आशा दिलाते हैं, जब कोई अकेला न रहेगा।

वेतार के इतिहास में दो व्यक्ति और दो तारीखें सदा स्मरण करने योग्य हैं; दोनों व्यक्ति क्लर्क मैक्सवेल (Cl-erk Mexwell) और हर्ज (hertrz) हैं और तारीखें सन् १८७३ और सन् १८८७ हैं।

सन् १८७३ में क्लर्क मैक्सवेल ने सँसार में घोषित

किंतु हमको उनका पता कुछ नहीं रहता। उनके अस्तित्व का पता केवल एक ठीक तौर से आवाज़ देने वाले ग्राहक यन्त्र (Receiving set) के द्वारा ही लग सकता है।

हर्ज़ ने इन लहरों का पता लगाने के लिए एक यन्त्र बनाकर अपने कमरे में लगाया था। उसने उस यन्त्र का नाम रेज़नेटर (Resonator) अथवा प्रतिध्वनि करने वाला रक्खा था। उसने तार के एक टुकड़े को वृत्ताकार में यहाँ तक झुकाया कि उसके दोनों सिरे परस्पर मिल न जावें। जिस समय वह बिजली की लहर उत्पन्न करता था तो उस वृत्त के दोनों किनारों में से छोटे-छोटे स्पार्क (Spark) निकलते थे।

किसी कमरे में किसी-किसी समय होने वाली विचित्र घटना

इस बात को सब कोई जानते हैं कि जब कमरे में प्यानों (Piano) का कोई स्वर बजाया जाता है तो किसी बर्तन में से भी थोड़ी आवाज़ निकलती है। प्यानो स्वर में चोट बेठने से प्रति सेकिंड वायु में बहुत से कम्पन होते रहते हैं। प्यानो को यदि जल्दी-जल्दी बजाया जावे तो बर्तन भी उतनी ही शीघ्रता से काँपता है। यह लहरें हवा में से यात्रा करती हुई ठीक नियम से बर्तन में जाकर टकराती हैं और बर्तन में भी प्यानों की डोरी के समान कम्प उत्पन्न कर देती है। अथवा शब्द की लहर उनको गुञ्जा

के द्वारा एक करेंट पहुँचायी जाती थी तो प्रत्येक बड़े गोले में बिजली प्रवाहित हो जाती थी। एक में धन अथवा पाजीटिव और दूसरे में ऋण अथवा नेगेटिव। जिस समय दोनों गोले अपने सहन करने योग्य पूरी बिजली से भर जाते थे, छोटी गेंदों में एक स्पार्क या पतिंगा जाता हुआ दिखलाई देता था और गोलों में भी बिजली के झोंकटों (Oscillation) की शृङ्खला बराबर आती रहती थी।

झोंटे का अभिप्राय यहाँ केवल घड़ी के लटकन के समान इधर उधर होना है। यहाँ यह बात विशेष रूप से समझ लेने की है कि ऐसे स्पार्क अथवा पतिंगे का ईथर पर वैसा ही प्रभाव पड़ता है, जैसा पानी में एक पत्थर फेंकने का होता है। पानी में पत्थर फेंकते ही चारों ओर को पानी की गोल-गोल लहरें सी जाती हुई दिखलाई देती हैं। इसी प्रकार स्पार्क से ईथर अथवा आकाश में अदृश्य लहरें उत्पन्न होकर सब ओर को चल देती हैं।

ऐसी प्रसिद्ध लहरों को उठा देना एक बात है और उनकी उपस्थिति के अस्तित्व से परिचित होना दूसरी बात है। यह लगभग एक अपरिचित व्यक्ति के विचारों का अनुमान लगाने के समान है। बेतार की इस कहानी को पढ़ते समय भी बेतार की सैंकड़ों लहरें हमारे बैठने के कमरे में से हो-हो कर, जा रही हैं। यहाँ तक कि वह हमारे शरीरों तक के अन्दर मे हो-हो कर निकल रही हैं।

किंतु हमको उनका पता कुछ नहीं रहता। उनके अस्तित्व का पता केवल एक ठीक तौर से आवाज़ देने वाले ग्राहक यन्त्र (Receiving set) के द्वारा ही लग सकता है।

हर्ज़ ने इन लहरों का पता लगाने के लिए एक यन्त्र बनाकर अपने कमरे में लगाया था। उसने उस यन्त्र का नाम रेज़नेटर (Resonator) अथवा प्रतिध्वनि करने वाला रक्खा था। उसने तार के एक टुकड़े को वृत्ताकार में यहाँ तक झुकाया कि उसके दोनों सिरे परस्पर मिल न जावें। जिस समय वह बिजली की लहर उत्पन्न करता था तो उस वृत्त के दोनों किनारों में से छोटे-छोटे स्पार्क (Spark) निकलते थे।

किसी कमरे में किसी-किसी समय होने वाली विचित्र घटना

इस बात को सब कोई जानते हैं कि जब कमरे में प्यानों (Piano) का कोई स्वर बजाया जाता है तो किसी बर्तन में से भी थोड़ी आवाज़ निकलती है। प्यानो स्वर में चोट बैठने से प्रति सेकिंड वायु में बहुत से कम्पन होते रहते हैं। प्यानो को यदि जल्दी-जल्दी बजाया जावे तो बर्तन भी उतनी ही शीघ्रता से काँपता है। यह लहरें हवा में से यात्रा करती हुई ठीक नियम से बर्तन में जाकर टकराती हैं और बर्तन में भी प्यानों की डोरी के समान कम्प उत्पन्न कर देती है। अथवा शब्द की लहर उनको गुञ्जा

के द्वारा एक करेंट पहुँचायी जाती थी तो प्रत्येक बड़े गोले में बिजली प्रवाहित हो जाती थी। एक में धन अथवा पाजीटिव और दूसरे में ऋण अथवा नेगेटिव। जिस समय दोनों गोले अपने सहन करने योग्य पूरी बिजली से भर जाते थे, छोटी गेंदों में एक स्पार्क या पतिंगा जाता हुआ दिखलाई देता था और गोलों में भी बिजली के झोकदों (Oscillation) की शृङ्खला बराबर आती रहती थी।

झोंटे का अभिप्राय यहाँ केवल घड़ी के लटकन के समान इधर उधर होना है। यहाँ यह बात विशेष रूप से समझ लेने की है कि ऐसे स्पार्क अथवा पतिंगे का ईथर पर वैसा ही प्रभाव पड़ता है, जैसा पानी में एक पत्थर फेंकने का होता है। पानी में पत्थर फेंकते ही चारों ओर को पानी की गोल-गोल लहरें सी जाती हुई दिखलाई देती हैं। इसी प्रकार स्पार्क से ईथर अथवा आकाश में अदृश्य लहरें उत्पन्न होकर सब ओर को चल देती हैं।

ऐसी प्रसिद्ध लहरों को उठा देना एक बात है और उनकी उपस्थिति के अस्तित्व से परिचित होना दूसरी बात है। यह लगभग एक अपरिचित व्यक्ति के विचारों का अनुमान लगाने के समान है। बेतार की इस कहानी को पढ़ते समय भी बेतार की सैंकड़ों लहरें हमारे बैठने के कमरे में से हो-हो कर, जा रही हैं। यहाँ तक कि वह हमारे शरीरों तक के अन्दर से हो-हो कर निकल रही हैं।

बेतार के तार के प्राचीन आविष्कारक

हर्ज़ के इस आविष्कार के पश्चात् भूमण्डल के अनेक प्रसिद्ध विद्युत् विज्ञान-विशारद इन अदृश्य लहरों को मनुष्योपयोगी बनाने के उद्योग में लग गए। उन्होंने नौ वर्ष तक अनवरत रूप से अत्यन्त कठिन उद्योग किया।

वेतार की शक्तियों की सम्भावित शक्तियों पर मोहित होने वालों में लेघर्न (Leghorn) का एक विद्यार्थी भी था। उसका नाम गुगलीमो मारकोनी (Guglielmo Markoni) था। वह बोलोगना (Bologna) का रहनेवाला था। उसने केवल हर्ज़ और उसके अनुयायियों के आविष्कारों का ही अध्ययन नहीं किया, वरन् उसने उनको व्यवहारोपयोगी बनाने का भी पूर्ण निश्चय कर लिया था। उसने बोलोगना के पास अपने पिता की जमींदारी में अनेक प्रयोग (Experiment) किए थे। उसने सन् १८९५ में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि हर्ज़ के काम के लिए हुए दोनों गोलों (Spheres) में से एक को पृथ्वी से और दूसरे को खम्भे की चोटीदार धातु के एक कटोरे (Can) से मिलाने से ईथर में उत्पन्न की हुई लहरें कुछ दूरी तक जा सकती हैं। उसने यह भी पता लगाया कि कटोरेवाला खम्भा जितना ही ऊँचा होगा, लहरें भी उतनी ही अधिक दूर जावेंगी और उतनी ही दूर तक बेतार के सन्देश भी भेजे जा सकेंगे।

देती हैं। इस स्वाभाविक क्रिया को गूँज अथवा प्रतिध्वनि (Resonance) कहते हैं।

बिजली की लहर की कल्पना करना बहुत कठिन है। क्योंकि जहाँ तक कहा जा सकता है वह न तो चलती ही हुई दिखलाई देती है और न उसका शब्द ही सुनाई देता है। किन्तु वैज्ञानिक लोग ईथर में आये हुए लहरों के स्वर अथवा उनकी शीघ्रता का सुगमता से हिसाब लगा सकते हैं। अतएव हर्ज़ को अपने तार के वृत्त से अपने स्पार्क छोड़ने वाले यन्त्र की सहानुभूति के साथ काम करना कठिन नहीं हुआ।

जब कभी भी ईथर में लहरें उत्पन्न की जाती थीं और उसके तार के वृत्त के दोनों किनारों पर स्पार्क (Sparks) दिखलाई देते थे। इससे हर्ज़ ने यह सिद्ध कर दिया कि शक्ति बिना किसी तार के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाती है। उसने आकाश को जीतने के वर्तमान आविष्कार को पूर्ण कर दिया। उसने विद्युत् शक्ति से एक थोड़े से अंशों को अपने कमरे में से ही पार किया था। किन्तु आज उसके विजय के फलस्वरूप हम शक्ति के अनेक अंशों को ऐटलांटिक महासागर और समग्र भूमण्डल को पार करते देखते है। बेतार का ग्राहक (Wireless Receiver) इन टुकड़ों को पकड़ता है और हमको सुना देता है।

में चार मील पार वेतार का सन्देश भेजा था।

अगले वर्ष तत्कालीन प्रिंस आफ़ वेल्स के (सम्राट् एडवर्ड) घुटने में चोट आगई, और वह तीन सप्ताह तक काउज़ (Cowes Bay) की खाड़ी में अपने राजसी जहाज में वीमार पड़े रहे। मारकोनी से अनुरोध किया गया कि वह वेतार का एक यत्र राजसी जहाज में और दूसरा आइल्स आफ वेट (Isle of weight) के ओस्बर्न भवन (Osborne House) में लगावे। इस प्रकार प्रिंस के स्वास्थ्य का समाचार जहाज से किनारे पर वेतार के तार द्वारा बराबर भेजा जाता रहा।

अब इस नए विज्ञान में वड़ी शीघ्रता से उन्नति हुई। सन् १८९९ में मारकोनी ने वैलोग्ने (Boylogne) के समीप वाइमरेक्स (Wimereux) में एक खम्भा लगाने की आज्ञा फ्रांस की सरकार से ले ली। यहाँ उसने वेतार का यन्त्र लगाया। टीन के प्याले का प्रयोग इससे बहुत पहले ही बन्द कर दिया गया था।

उसी प्रकार का दूसरा खम्भा डोवर (Dover) में लगाया गया। और पहिला वेतार का समाचार इङ्गिलिश चैनेल पार ३२ मील की दूरी पर भेजा गया। सन् १९०१ के अंत में मारकोनी वेतार से ऐटलाँटिक महासागर को पार करने का उद्योग करने के लिये न्यू फाउंड लैंण्ड को गया। कार्नवाल में पोलधू (Poldhu) पर वेतार की

मारकोनी ने इन लहरों का भेद खोजने और उसको खोलने में बहुत अधिक उन्नति की। महत्वपूर्ण बात तो यह थी कि उसने बेतार की छोटी और लम्बी लहरों को भेजने के लिए टेलीग्राफ़ के वास्तविक शब्द-कोष (Telegraphic Code) को काम में लाने के लिए मार्स की टेलीग्राफ़ की (Morse Telegraph Key) से काम लिया। सन् १८९६ में उसने एक ऐसा यन्त्र बनाया, जिससे बेतार द्वारा समाचार भेजे जाते थे। उसी वर्ष जून में वह इङ्गलैण्ड आया और उसने अपना आविष्कार ब्रिटिश टेलीग्राफ़ सर्विस के चीफ़ इञ्जीनियर (Chief Engineer) सर विलियम प्रीस (Sir William Preece) को दिखलाया।

मारकोनी इस समय बड़े मौके से आया, क्योंकि सर विलियम प्रीस भी अनेक वर्ष से वेतार के क्रमिक विकास में उत्सुक थे। पृथ्वी के द्वारा लहर भेजने की तो उनको बड़ी भारी उत्सुकता थी। मारकोनी के पहले प्रयोगों का प्रीस ने स्वयं ही रायल इन्स्टीट्यूशन में वर्णन किया। उन्होंने यह भी कहा कि इस नवयुवक आविष्कारक ने उन हार्जियन लहरों को पहचानने का साधन खोज निकाला है, जो किसी भी वर्तमान विद्युत् यन्त्र से काबू में नहीं आती थी। यह घटना सन् १८९७ की है। इस समय मारकोनी ने सैलिसबरी के मैदान (Solisbury plain)

में चार मील पार बेतार का सन्देश भेजा था।

अगले वर्ष तत्कालीन प्रिंस आफ़ वेल्स के (सम्राट् एडवर्ड) घुटने में चोट आगई, और वह तीन सप्ताह तक काउज़ (Cowes Bay) की खाड़ी में अपने राजसी जहाज में बीमार पड़े रहे। मारकोनी से अनुरोध किया गया कि वह बेतार का एक यत्र राजसी जहाज में और दूसरा आइल्स आफ वेट (Isle of weight) के ओस्बर्न भवन (Osborne House) में लगावे। इस प्रकार प्रिंस के स्वास्थ्य का समाचार जहाज़ से किनारे पर बेतार के तार द्वारा बराबर भेजा जाता रहा।

अब इस नए विज्ञान में बड़ी शीघ्रता से उन्नति हुई। सन् १८९९ में मारकोनी ने बैलोग्ने (Boylogne) के समीप वाइमरेक्स (Wimereux) में एक खम्भा लगाने की आज्ञा फ्रांस की सरकार से ले ली। यहाँ उसने बेतार का यन्त्र लगाया। टीन के प्याले का प्रयोग इससे बहुत पहले ही बन्द कर दिया गया था।

उसी प्रकार का दूसरा खम्भा डोवर (Dover) में लगाया गया। और पहिला बेतार का समाचार इङ्गिलिश चैनेल पार ३२ मील की दूरी पर भेजा गया। सन् १९०१ के अंत में मारकोनी बेतार से ऐटलाँटिक महासागर को पार करने का उद्योग करने के लिये न्यू फाउंड लैंएड को गया। कार्नवाल में पोलधू (Poldhu) पर बेतार की

यंत्र न हो तो सहायता मांगना व्यर्थ हो जावे। अतः शीघ्र ही यह कानून बन गया कि प्रत्येक यात्री जहाज़ को अपने ऊपर वेतार का यंत्र अनिवार्य रूप से लगाना होगा। वेतार के युग से महासागर की यात्रा करनेवालों को इस बात का अनुभव है कि किसी समय स्थल से सैंकड़ों मील की दूरी पर अकेलेपन के कारण कैसी-कैसी आपत्तियों का सामना करना पड़ता है, किंतु इस वेतार के यंत्र के आविष्कार से से समुद्र का प्रत्येक यात्री सदा ही अपने भाई बंदों के बीच में बैठा हुआ है।

वेतार के टेलीफोन का आविष्कार

जिस समय वेतार के द्वारा मोर्स की परिभाषिक भाषा में संकेत भेजना सुगम होगया। लोगों ने वेतार के द्वारा मानवी शब्द को भेजने का उद्योग किया। किंतु इस विषय में बड़ी-बड़ी कठिनाइयाँ उठानी पड़ी। क्योंकि वेतार के यंत्र के द्वारा भेजी हुई लहरें कम होती थीं और उनको अधिक दूरी पर जाना पड़ता था, जब कि आवाज़ के कम्पन अत्याधिक तेज़ होते थे, सैंकड़ों वैज्ञानिकों के वर्षों तक प्रयत्न करने का भी कोई परिणाम न हुआ। यह समस्या गत महायुद्ध के कुछ पूर्व ही थोड़ी बहुत सुलझाई जाती थी। महायुद्ध ने वेतार के टेलीफोन को बहुत कुछ उन्नति दी। इस समय शून्य आकाश के अंदर से बातचीत करने की इतनी भारी-आवश्यकता प्रतीत हुई कि इस पर दुगना

लहरों को उत्पन्न करने के लिये अत्यंत शक्तिशाली यंत्र लगाया गया। इस समय यह पता लग गया था कि बहुत बड़ी दूरी के लिये बहुत लम्बा हवाई तार सब से अच्छा काम करता है। अतएव उसने ऐसे तार को एक गुब्बारे में लटका दिया। पोलधू स्टेशन बराबर 'स' अक्षर को भेजता रहा। मोर्स की परिभाषा में इसका रूप(•••) होता है। इन उत्साहपूर्ण परीक्षाओं के दूसरे दिन दोपहर ढलने पर बहुत बड़ा अंधड़ चलते रहने पर भी संकेत बिल्कुल स्पष्ठता से सुन लिये गये। और यह पूर्णरूप से निश्चित होगया कि बेतार के यंत्र द्वारा पृथ्वी के किसी भी भाग पर से निश्चिय से बातचीत की जासकती है।

सर ओलीवर लाज के प्रसिद्ध नाम का भी बेतार के यंत्र से संबंध है, उन्होंने बैनली तथा दूसरों के साथ संकेतों का पता लगाने में अत्यंत परिश्रम किया। उन्होंने समाचार भेजने और प्राप्त करने के स्टेशनों की आवाज़ को ठीक किया। बेतार के संवर्धकों में उनका नाम आदर से लिया जाता है।

बेतार का यंत्र शीघ्र ही अत्यंत उपयोगी सिद्ध होगया। यह समुद्र के जहाज़ों के लिये बड़ा भारी उपयोगी सिद्ध हुआ। क्योंकि आपत्ति के समय कोई भी जहाज़ अपने समीप के किसी अन्य जहाज़ को सहायता के लिये बुला सकता था। किंतु यदि दूसरे जहाज़ के पास बेतार का

यंत्र न हो तो सहायता मांगना व्यर्थ हो जावे। अतः शीघ्र ही यह कानून बन गया कि प्रत्येक यात्री जहाज़ को अपने ऊपर बेतार का यंत्र अनिवार्य रूप से लगाना होगा। बेतार के युग से महासागर की यात्रा करनेवालों को इस बात का अनुभव है कि किसी समय स्थल से सैंकड़ों मील की दूरी पर अकेलेपन के कारण कैसी-कैसी आपत्तियों का सामना करना पड़ता है, किंतु इस बेतार के यंत्र के आविष्कार से से समुद्र का प्रत्येक यात्री सदा ही अपने भाई बंदों के बीच में बैठा हुआ है।

बेतार के टेलीफोन का आविष्कार

जिस समय बेतार के द्वारा मोर्स की परिभाषिक भाषा में संकेत भेजना सुगम होगया। लोगों ने बेतार के द्वारा मानवी शब्द का भेजने का उद्योग किया। किंतु इस विषय में बड़ी-बड़ी कठिनाइयाँ उठानी पड़ी। क्योंकि बेतार के यंत्र के द्वारा भेजी हुई लहरें कम होती थीं और उनको अधिक दूरी पर जाना पड़ता था, जब कि आवाज़ के कम्पन अत्याधिक तेज़ होते थे, सैंकड़ों वैज्ञानिकों के वर्षों तक प्रयत्न करने का भी कोई परिणाम न हुआ। यह समस्या गत महायुद्ध के कुछ पूर्व ही थोड़ी बहुत सुलझाई जाती थी। महायुद्ध ने बेतार के टेलीफोन को बहुत कुछ उन्नति दी। इस समय शून्य आकाश के अंदर से बातचीत करने की इतनी भारी आवश्यकता प्रतीत हुई कि इस पर दुगनी

प्रयत्न करना आरंभ कर दिया गया। जिसको आश्चर्य-जनक 'वाल्व' (Valve) कहते हैं। इसका वर्णन पीछे किया जा चुका है।

दो-तीन वर्ष के पश्चात् तो यहाँ तक सम्भव हो गया कि दफ्तर में बैठा हुआ एक व्यक्ति बादलों में उड़नेवाले एक उड़ाके (airman) की घड़ी के टिक-टिक शब्द को सुन सकता था। बेतार का टेलीफोन अत्यंत आश्चर्यजनक पूर्णता को पहुँच गया। महायुद्ध के पश्चात् शान्त वायु-मण्डल में संसार भर ने इससे लाभ उठाना आरम्भ किया।

बेतार की एक कठिन समस्या

बेतार की एक समस्या अब भी हल नहीं हुई है, यह बेतार के द्वारा शक्ति (बिजली) भेजना है। यदि यह संभव हो गया तो जहाज बिना कोयले-पानी अथवा बिजली का अपना प्रबंध किये चले जाया करेंगे और उनको बेतार के द्वारा अपना जहाज चलाने को बिजली मिलती रहेगी। और इस प्रकार बड़े-बड़े महासागर पार किये जावेंगे। उस समय हवाई जहाज भी अपने लिये बिना कुछ प्रबंध किये हुए संसार की यात्रा पर रवाना हो जाया करेंगे और उनको बेतार के द्वारा मशीन चलाने के लिये शक्ति मिलती रहेगी। उनको पेट्रोल के लिए एक बार भी पृथ्वी पर उतरना नहीं पड़ेगा। बड़े-बड़े वैज्ञानिक इस समस्या

को हल करने के लिये प्रयत्नशील हैं। सम्भव है कि अपने जीवनकाल में हम इस चमत्कार को भी देख लें।

बेतार का यन्त्र समाचार भेजने के अतिरिक्त भी हमारे लिये क्या कर सकता है। इसके उदाहरण पहिले ही देखे जा चुके हैं। बेतार के द्वारा चित्र भेजे जा चुके हैं। बेतार के यन्त्र द्वारा ही पृथ्वी के गर्भ के अनेक दलों का पता लगाथा गया है। बेतार के 'फाइण्डर' (Finder) अथवा 'अन्वेपक' नाम के यन्त्र द्वारा पृथ्वी के अन्दर के नलों और तारों का पता लगाया जा सकता है। बेतार के लाभ के यह थोड़े से उदाहरण हैं। जिनके विषय में आगामी कुछ वर्षों में ही बहुत कुछ सुनने में आवेगा। संसार-भर के समय की एक साथ सूचना देना दूसरा उदाहरण है।

ईफेल टॉवर से संसार-भर को समय की सूचना दी जाती है

ईफेल टॉवर (Eiffel Tower) का बड़ा भारी बेतार का स्टेशन प्रतिदिन समय की सूचना देता है। उसकी सूचना सहस्रों मील तक सुनी जाती है और असंख्य घड़ियाँ उसके समय के अनुसार चलती हैं। प्रकाश ग्रहों (Light-house) और ठहरने के स्थानों से भी संकेत दिये जाते हैं। जिससे गहरे से गहरे कोहरे में भी जहाज़ को मार्ग मिल जाता है, इसी प्रकार बेतार के अन्य भी अनेक उपयोग हैं।

हर्जियन लहरों में एक बड़ी भारी कमी यह थी कि कि वह प्रत्येक दिशा में बाहिर को जाती थीं। किन्तु आज उन लहरों को एक केन्द्र में लाना इस प्रकार सम्भव होगया है, जिस प्रकार लेन्स (Lens) प्रकाश की किरणों को एक केन्द्र में लाता है। एक सर्चलाइट का दर्पण उस लैम्प की शक्तिशाली किरणों को एक दिशा में केन्द्रित कर देता है। इस प्रकार एक ओर केन्द्रित होने से प्रकाश मीलों तक जाता है। अन्त में मारकोनी बेतार के वास्ते भी ऐसा ही दर्पण बनाने में सफल होगया।

इस प्रकार इन रहस्यपूर्ण लहरों को भेजा जा सकता है। उनको एक ओर ही केन्द्रित किया जा सकता है, तथा उनके द्वारा तार समाचार, मनुष्य का शब्द, संगीत और थोड़ी बिजली भी भेजी जा सकती है।

❀ . ❀

अठारहवाँ अध्याय

बेतार का टेलीग्राफ

क्षण मात्र में ही संसार भर में कहीं भी सन्देश को ले जाने वाली बेतार की लहरों को चाहे जितने अनेक प्रकार से चलाओ, परिणाम सब का एक ही होगा। आकाश में तनिक-सी शक्ति छोड़ी जाती है और उस पर कुछ यान्त्रिक प्रभाव डाला जाता है।

बेतार का ग्राहक यन्त्र (Receiver) संसार के अनेक भागों और भारत के भी बड़े-बड़े नगरों में लगा हुआ है। किन्तु प्रेषक यन्त्र बहुत कम स्थानों में लगा हुआ है। क्योंकि सभी देशों की सरकारें इस पर बहुत अधिक नियन्त्रण रखती हैं।

बेतार का यन्त्र उसके उपयोग की आवश्यकता के अनु-सार लगाया जाता है। सबसे पहिले तो दूरी का ध्यान रखना पड़ता है, जिस पर समाचार भेजने की आवश्यकता

पड़ती रहती हो। एटलांटिक महासागर के पार संदेश भेजने में बड़ी भारी बिजली खर्च होती है।

लगभग सभी आरम्भ के बेतार के स्टेशनों में रूमकार्फ (Ruhmkorff) आविष्कार किये हुए उपपादक लच्छे अथवा इन्डक्शन कॉएल (Induction Coil) से काम लिया जाता है। यह साधारण यन्त्र बैटरी से प्राप्त हुई कुछ वोल्ट बिजली ही को सहस्रों वोल्ट की करेंट बना देता है। यह करेंट दो पीतल की गेंदों के अन्दर से बिजली को कभी आगे को और कभी पीछे को छोड़ती है। इन गेंदों से कई एक लीडेनजार (Leyden jar) का सम्बन्ध होता है। बिजली के प्रत्येक बार छोड़ने (Discharge) में रहस्यपूर्ण ईथर में लहरों की एक शृङ्खला उत्पन्न होजाती है। जो संसार में इस प्रकार भर जाती है जैसे वायु कमरे में भर जाती है। हमारी पृथ्वी ईथर के समुद्र में तैर रही है और बेतार की लहरें उसमें वह हलकोरें है जो उस महासागर में अस्थिरता उत्पन्न करती रहती है।

काइल की स्पार्क छोड़ने वाली गेंदों में से बिजली निकलने से ईथर में के महासागर में उसी प्रकार लहरें उत्पन्न होती हैं, जिस प्रकार पानी मे गड़बड़ी होने से हिलकोरें उठती हैं। यदि एटलांटिक में एक बड़ा भारी शहतीर डाला जावे तो लहरें मीलों तक गोल-गोल चक्कर

मारती हुई चली जावेंगी, किन्तु यदि एक तालाब में पत्थर फेंका जावे तो लहरें थोड़ी दूर तक ही जाकर मर जावेंगी। बेतार के विषय में भो यही बात है, लम्बी दूरी के लिए बड़ी और शक्तिशाली लहरों के उठाने की आवश्यकता है। उपपादक लच्छे (Induction Coil) से उत्पन्न हुई छोटी लहरें बहुत दूर तक नहीं जावेंगी।

अपने सबसे साधारण रूप में बेतार के प्रेषक में स्पार्क को गेंदों सहित एक कॉइल, उसके लीडेन जार, और शक्ति देने के लिए एक बैटरी होती है. इनके साथ-ही-साथ छोटी और बड़ी लहरों को उत्पन्न करने वाले स्पार्कों की लम्बी या छोटी श्रृङ्खला को खटखटाने के लिए मोर्स की (Morse key) होती है। मोर्स की परिभाषा के समाचारों के बिन्दु और रेखाएँ—यदि हम इसको देख सकते, तो लहरों की लम्बी या छोटी श्रृङ्खला के जैसी दिखलाई देंगी, उनमें से प्रत्येक में ईथर में दौड़ते हुए भी एक दूसरे से थोड़ा-थोड़ा अन्तर रहता है, आकाशीय यंत्र के द्वारा लहरें आकाश में फेंक दी जाती हैं। एरिअल (airiel) अथवा आकाशीय लम्बा तार एक बड़े भारी गुलेल अथवा गोफिये के समान होता है, जो ईथर में विद्युत् सम्बन्धी तरंगे उत्पन्न करता है। यह लहरें ठीक अन्तर पर उठती हैं, अतएव इनका शब्द संगीत के समान सुनाई देता है। एरिअल ही बेतार यंत्र के प्रेषक का मुख और ग्राहक का कान होता है।

बेतार का तार भेजने के स्टेशन पर एरिअल का
आकार उसकी लम्बाई अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है। आज
एरियल को इस प्रकार का बना लिया गया है कि उसकी
विद्युत् शक्ति का एक बड़ा भारी अनुपात (Propor-
tion) एक दिशा में छूट (Discharge हो) जाता है,
आरंभिक दिनों में बेतार की शक्ति सभी दिशाओं में जाती
थी, अतएव वह बहुत भारी क्षेत्रफल में फैल जाती थी।
यह बड़ी भारी कमी थी, एक दिग् सूचक आकाशीय तार
(Directional airiel) से बेतार विज्ञान को उतना
ही भारी लाभ है, जितना लालटैन के शीशे हर सब ओर
काग़ज़ लगाकर एक ओर नीचे से प्रकाश निकालने से
होता है। यह बेतार की लहरों को एक स्थान पर एकत्रित
करके उनको एक दिशा में चलाता है।

पीतल की दो गेंदों के बीच में चमकने वाली चिंगारियाँ

बेतार के द्वारा अधिकाधिक दूरी का आकाश घेरा
जाने पर उपपादक लच्छा अथवा इंडक्शन कॉइल
(Induction Coil) अत्यन्त निर्बल प्रमाणित होने
लगा, अतएव आवश्यक शक्ति (बिजली) देने के लिए
बिजली के शक्तिशाली उपपादक (Generators) बनाए
गए. जिनके बीच में चिंगारियाँ चमका करती थीं, पीतल

की उन साधारण गेंदों के स्थान में पहिये रखे गये जो विरोधी दिशाओं में बड़ी भारी शीघ्र गति से घूमते थे। अब चिंगारियाँ (Sparks) परिधि (Circuemf-rence) के चारों ओर लगी हुई धातु की खूँटियों के बीच में चमकता था। इसका प्रभाव यह होता था कि चिंगारियाँ लगातार भयंकर वेग से उत्पन्न होती थीं, इससे लहरों की लगभग शृङ्खलाःबद्ध धारा भेजी जाती थी।

बेतार की इस शक्ति को आकाश में फेंकने के लिए बड़े-बड़े एरियलों का निर्माण किया गया। गत वर्षों में बहुत से एरियलों से काम लिया जा चुका है।

अमरीका के न्यू ब्रन्सविक (New Brunswick) नाम के एक सबसे नवीन स्टेशन पर इस्पात के खम्भों पर लगे हुए एरियल के तार लगभग ३७० फुट ऊँचे हैं। वह एक मील तक फैले हुए हैं, प्रत्येक बेतार के यंत्र की विशेषता उसमें 'स्वर भरना' (Tuning) है। किसी विशेष स्टेशन पर लहरों को कोई विशेष लम्बाई अथवा परिमाण का एरियल ही सबसे अच्छी तरह भेज सकता है। जिस शीघ्रता से एक लहर के पश्चात् दूसरी आती है, उसी को संकेतों का स्वर (Tune of the Signals) कहते हैं।

बेतार की लहरों का अचिन्त्य वेग

बेतार की लहर चाहे वह कितनी भी लम्बी या छोटी क्यों न हो, सदा १८६००० मील प्रति सेकिंड की गति से

चलेगी, आज वेतार में दस मील लम्बी लहरों से काम लिया जासकता है। एक सेकिंड में ऐसी-ऐसी १८६०० लहरें एक-दूसरो के पीछे आसकती हैं। लहरों की लम्बाई स्वर देने वाले लच्छे (Tuning Coil) के द्वारा बड़ी सुगमता से वदली जासकती है। स्वर देने वाला लच्छा बिजली के घेरे (Electric Circuit) में सम्मिलित और लहर उत्पन्न करने वाले बड़े भारी तार के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। गोलाकार तार में जितने ही अधिक चक्कर होंगे लहरों की लम्बाई भी उतनी ही अधिक होगी। एटलांटिक के किनारों के बड़े-बड़े स्टेशनों के कुछ नये स्वर देने वाले लच्छे (Tuning Coil) बहुत बड़े-बड़े हैं। न्यूयार्क को चौदह मील लम्बी लहरों में संदेश लेजाया जाता है। ट्यूनिंग काइल (Tuning Coil) से एरिअल को एक भिन्न प्रकार का तार लगा देने से लहरों की लम्बाई भिन्न प्रकार की होसकती है, बहुत से स्टेशन भिन्न-भिन्न प्रकार के सन्देशों के लिए भिन्न-भिन्न प्रकार की लम्बाई की लहरों से काम लेते हैं।

लहरों की लम्बाई वेतार से ले जाने की शक्ति पर प्रभाव डालने के अतिरिक्त एक दूसरा महत्वपूर्ण कार्य भी करती है, यदि प्रत्येक वेतार का स्टेशन उसी लम्बाई की लहरें भेजने लगे, तो ईथर में गड़बड़ हो जावेगी।

ग्राहक यन्त्र (Receiver Instrument) अत्यन्त

ठौर-तौर से स्वर भरे जाने योग्य होते हैं, जिससे किसी संवाद का भेजने और पानेवाला पूर्णतया एक-सा कार्य करे। यदि भेजने अथवा प्राप्त करने वालों में से किसी ने भी अपनी लहर की लम्बाई को बदल दिया तो दोनों यन्त्र एक स्वर में न रह सकेंगे और सन्देश नष्ट हो जावेगा। दूसरी ओर यदि सभी वेतार के यन्त्रों में एक-सा ही स्वर भरा जावे तो कोई भी व्यक्ति यन्त्र की सहायता से प्रत्येक प्राप्य यन्त्र के सन्देश को सुन सकता है।

लम्बे वेतार के समाचारों की लहरों की लम्बाई

इस प्रकार मानों ईथर के भाग करके उसको बाँट लिया गया है। भिन्न-भिन्न उद्देश्यों के लिए लहरों की लम्बाई की भिन्न-भिन्न प्रकार की शृङ्खला से काम लिया जाता है। जिस वेतार के शिल्पी के पास समाचार भेजने का यन्त्र हो,उसको लहरों की एक प्रकार की लम्बाई से ही काम लेना चाहिए। गड़बड़ न होने देने के ध्यान से वेतार के बहुत कम शिल्पियों को समाचार भेजने की अनुमति मिलती है। ब्रॉडकास्टिंग (संवाद का दूर-दूर तक प्रचार करनेवाले) स्टेशनों को दूसरी, नौसेना के समाचारों को दूसरी और लम्बी दूरीवाले स्टेशनों को दूसरी दूरी से काम लेना चाहिए। इसी प्रकार प्रत्येक कार्य के लिए पृथक्-पृथक् लम्बाई से काम लेना चाहिए। लम्बी-लम्बी दूरीवाले

स्टेशनों में भी अपनी-अपनी दूरी की अपेक्षा, अपनी-अपनी शक्ति और योग्यता के विषय में बहुत भिन्नता है। बोर्डो (Bordeaux) का स्टेशन २३४५० मीटर लम्बी लहरों से कार्नरवन (Carnarvon) का १४००० मीटर, फ़िलिपाइन द्वीप का स्टेशन मलाबँग (malabang) १८००० और लायन्स (Lyons) १५१०० मीटर लम्बी लहरों से काम लेता है। इसी प्रकार अन्य स्टेशनों का हिसाब भी है।

जब कोई स्टेशन संवाद भेजता है तो वह भेजने के संकेत रूप दो या तीन अक्षरों को बार-बार भेजता है, जिससे सुननेवाला जान जाता है कि भेजनेवाला कौन है। ब्रिटेन के हवाई मन्त्री-मण्डल का बुलाने का संकेत जी० एफ़० ए० (G. F. A.) है। हेग (Hague) के स्टेशन का संकेत पो० सी० जी० जी० (P. C. G G.) लायन्स का वाई० एन० (Y. N.) और जिब्राल्टर का बी० डब्ल्यू० डब्ल्यू० (B. W. W.) है।

जब कोई बेतार का बाबू (Wireless Operator) अपने ग्राहक-यन्त्र में किसी विशेष लम्बाई की लहर को प्राप्त करने के लिए स्वर भरता है तो उसका दूसरे स्टेशनों से सम्बन्ध-विच्छेद हो जाता है। अतएव वह दो या तीन संवादों के मिश्रित होने के भय के बिना ही संवाद को सुन सकता है। किसी-किसी समय यह भी होता है कि

दो या तीन स्टेशन उसी लम्बाई की लहर पर बात करते होते हैं। किन्तु यह सम्भव है कि अनिच्छित स्टेशन के संवाद को बिना सुने हुए बन्द कर दिया जावे।

यह देखा जा चुका है कि एरिअल से छोटी और बड़ी लहरों को चलाकर किस प्रकार बेतार का सन्देश भेजा जाता है। अब हम को यह देखना है कि बड़ी-बड़ी दूर के स्टेशन उनकी लहरों को किस प्रकार प्राप्त करके उनकी शक्ति को पढ़ने योग्य संवाद के रूप में परिवर्तित करते हैं।

बेतार के समाचारों के विषय में यह बात अत्यन्त आश्चर्यजनक है कि अपने उद्दिष्ट स्टेशनों पर पहुँचते-पहुँचते संदेश के संकेत अत्यन्त निर्बल पड़ जाते हैं। मनुष्य की सब से बड़ी कारीगरी यह है कि उसने ऐसा प्रबन्ध कर लिया है कि इन संकेतों का प्रभाव या तो देखा जा सके अथवा पढ़ा जा सके। सामान्य टेलीग्राफ़ के यन्त्र की सुई अथवा शब्द निकालनेवाले पुर्जे को चलाने वाली हल्की करेंट भी बेतार के संकेतों को ले जानेवाली करेंट से हज़ार, दस हज़ार गुनी अधिक शक्तिशाली होती है, ईथर में लहरों की इन गतियों को पकड़ने के प्रत्येक साधन का वास्तविक पता पेरिस के वैज्ञानिक प्रोफ़ेसर ब्रैनली ने लगाया था। अतएव बेतार के उन्नति करनेवालों में उनका नाम सदा स्मरण किया जाता है, उन्होंने इस महत्वपूर्ण बात का पता लगाया था कि यदि कोई बेतार

की लहर किसी ऐसे धातु के बुरादे के ढेर में से होकर निकलेगी, जो बिजली को बुरी तरह से प्रवाहित करती है, तो धातु के अंश आपस में चिपक जावेंगे और वह अपने अन्दर से करेंट को बिना किसी बाधा के निकलने देंगे।

काँच की छोटी-सी नली, जिसमें प्रोफ़ेसर ब्रैनली उस बुरादे को रखते थे, कोकेरर (Cokerer) कहलाती थी। बेतार के संकेत से प्रभावित हो जाने पर इसको प्रत्येक बार खटखटाना पड़ता था, जिससे बुरादे के अंश चिपके न रहकर बिखर जावें। नवीन संकेत से वह अंश फिर चिपक जाते थे और करेंट उनके अन्दर से चली जाती थी, बहुत वर्षों तक बेतार के संकेतों को जानने के लिए इस आविष्कार से काम लिया जाता रहा, किन्तु इस का स्थान इससे भी अच्छे आविष्कारों ने ले लिया है।

आज का बेतार के समाचार को प्राप्त करनेवाला ऑपेरटर दो टेलीफ़ोन ग्राहकों (Telephone Receiver) से काम लेता है। बेतार की लहरों को एरिअल एकत्रित करता है, जो ग्राहक यन्त्र (Receiving Instrument) से सम्बन्धित होता है, ग्राहक यन्त्र में स्वर देने का प्रबन्ध रहता है, जिससे ऑपरेटर अपने एरिअल से सिगनल की लहर की पूरी लम्बाई को पकड़ लेता है। ग्राहक यन्त्र का रहस्य रेक्टिफ़ाएर (Rectifier) अथवा शुद्ध करनेवाला यन्त्र है, यह यन्त्र संकेत में छोटे-छोटे धमाके उत्पन्न कर

देता है, जिससे टेलीफ़ोन में से भिनभिनाहट का शब्द आने लगता है, लम्बी भिनभिनाहट का अर्थ डैश और छोटी भिनभिनाहट का अर्थ बिन्दु होता है।

जिस प्रकार सामान्य टेलीग्राफ़ में भेजने और प्राप्त करने की ऑटोमेटिक अर्थात् स्वयं कार्य करनेवाली पद्धति चलाई गई है, उसी प्रकार ऑटोमेटिक वायरलेस भी निकाला गया है। बहुत-बार लम्बे-लम्बे समाचारों में मनुष्य-ऑपरेटर की कोई आवश्यकता नहीं पड़ती और पारिभाषिक सङ्केत (Code Signals) एक काग़ज़ के रिबन पर लिखे जाते हैं।

वाल्व (Valve) के नवीन आविष्कार से बेतार के स्टेशन पर आनेवाले मन्द सङ्केतों को अत्यन्त अधिक चमकाया जा सकता है। वाल्व के उपयोग से सङ्केतों को शक्ति पहुँचाकर इतना बलवान् किया जा सकता है कि उसके द्वारा एक छापने की मशीन सुगमतापूर्वक चलाई जाकर उक्त बिन्दु और डैश एक कागज पर छप जाते हैं। एक ऐसी नई मशीन का आविष्कार किया गया है, जिससे एक हवाई जहाज में बैठा हुआ मनुष्य भी अपने सन्देश को ठीक टाइपराइटर (Typewriter) के समान कीबोर्ड (Keyboard) पर खटखट करके भेज सकता है और ग्राहक-यन्त्र प्राप्त करके वास्तविक सामान्य अक्षरों में छापकर देता है। जहाज़ में बैठा हुआ मनुष्य भी

इस टाइपराइटर को इस प्रकार चला सकता है कि वह हज़ार मील दूर के सन्देश को भी छाप ले।

बेतार के समाचार का फ़ोनोग्राफ़

फ्रान्स के बड़े भारी ग्राहक-स्टेशन लायन्स (Lyons) में समाचारों को अत्यन्त शीघ्र गति से ग्रहण करने का एक प्रसिद्ध ढङ्ग निकाला गया है। सङ्केत फोनोग्राफ़ (Phonograph) में भरे जाते हैं, जो इनको बहुत शीघ्र गति से रिकॉर्ड में भर लेता है। फिर उस रिकॉर्ड को फ़ोनोग्राफ़ पर चढ़ाकर अत्यन्त मन्द गति से चलाया जाता है, जिससे ऑपरेटर उसके बिन्दु और डैशों को अच्छी तरह सुनले। इस ढङ्ग पर एक मिनट में १५० शब्द रिकॉर्ड में भरे जा सकते हैं।

बेतार के समाचार का फोटोग्राफ़

फोटोग्राफिक रिसीवर (Photographic Receiver) उससे भी अधिक आश्चर्यजनक होता है। उसके द्वारा एक मिनट में ५०० शब्द रिकॉर्ड किये जा सकते हैं। एक छोटे-से दर्पण को बिजली की लहरों के अनुसार आगे और पीछे को झुलाया जाता है। दर्पण की गति से एक ओर से दूसरी ओर को प्रकाश की एक किरण जाती है। प्रकाश की यह चलती हुई किरण फ़ोटोग्राफ़ के एक ग्राहक-कागज़ पर चित्रित हो जाती है। इस कागज को फ़ोटो की

प्रणाली से विकसित (Developed) किये जाने पर कागज़ पर छोटे-छोटे और बड़े-बड़े अँगूठियों की सरल रेखा-सी बन जाती हैं। इसमें छोटी अँगूठियाँ विन्दुओं को और बड़ी अँगूठियाँ डैशों को बतलाती हैं।

बेतार की फ़ोटोग्राफ़ी से केवल व्यापार को ही अत्यधिक लाभ नहीं हुआ है, वरन् इससे मनुष्य-जाति के अन्य भी अनेक लाभ हुए हैं। उदाहरणार्थ समुद्र के बरफ के पर्वतों में घुसनेवाले जहाज़ों की रक्षा इसी से होती है। उत्तरी ऐटलांटिक में ऐसे कई भयप्रद स्थान हैं, जिनमें बेतार के यन्त्र लगे हुए हैं। यह यन्त्र जहाज़ों को बरफ़ के पर्वत का स्थान और आकार बतला देते हैं।

कोहरे में जहाज़ को समुद्र में किस प्रकार मार्ग मिलता है

यदि यह आविष्कार कुछ वर्ष पूर्व होकर कार्य-रूप में परिणत हो जाता तो जाने कितने जहाज़ों की हानि होने से बच जाती।

अमरीका के वनों के ऊपर बेतार के यन्त्र लगे हुए हवाई जहाज़ चक्कर मारते रहते है। आग लगने की दशा में यह तुरन्त ही आग बुझानेवाले स्टेशन को सूचना देकर आग का प्रवन्ध करते हैं।

बेतार की लहरों को एक ओर केन्द्रित करने को नई

इस टाइपराइटर को इस प्रकार चला सकता है कि वह हजार मील दूर के सन्देश को भी छाप ले।

बेतार के समाचार का फ़ोनोग्राफ़

फ्रान्स के बड़े भारी ग्राहक-स्टेशन लायन्स (Lyons) में समाचारों को अत्यन्त शीघ्र गति से ग्रहण करने का एक प्रसिद्ध ढङ्ग निकाला गया है। सङ्केत फोनोग्राफ (Phonograph) में भरे जाते हैं, जो इनको बहुत शीघ्र गति से रिकॉर्ड में भर लेता है। फिर उस रिकॉर्ड को फ़ोनोग्राफ़ पर चढ़ाकर अत्यन्त मन्द गति से चलाया जाता है, जिससे ऑपरेटर उसके बिन्दु और डेशों को अच्छी तरह सुनले। इस ढङ्ग पर एक मिनट में १५० शब्द रिकॉर्ड में भरे जा सकते हैं।

बेतार के समाचार का फोटोग्राफ़

फोटोग्राफिक रिसीवर (Photographic Receiver) उससे भी अधिक आश्चर्यजनक होता है। उसके द्वारा एक मिनट में ५०० शब्द रिकॉर्ड किये जा सकते हैं। एक छोटे-से दर्पण को बिजली की लहरों के अनुसार आगे और पीछे को झुलाया जाता है। दर्पण की गति से एक ओर से दूसरी ओर को प्रकाश की एक किरण जाती है। प्रकाश की यह चलती हुई किरण फ़ोटोग्राफ़ के एक ग्राहक-कागज़ पर चित्रित हो जाती है। इस कागज़ को फ़ोटो की

प्रणाली से विकसित (Developed) किये जाने पर कागज़ पर छोटे-छोटे और बड़े-बड़े अँगूठियों की सरल रेखा-सी बन जाती हैं। इसमें छोटी अँगूठियाँ विन्दुओं को और बड़ी अँगूठियाँ डैशों को बतलाती हैं।

बेतार की फ़ोटोग्राफ़ी से केवल व्यापार को ही अत्यधिक लाभ नहीं हुआ है, वरन् इससे मनुष्य-जाति के अन्य भी अनेक लाभ हुए हैं। उदाहरणार्थ समुद्र के बरफ़ के पर्वतों में घुसनेवाले जहाज़ों की रक्षा इसी से होती है। उत्तरी ऐटलांटिक में ऐसे कई भयप्रद स्थान हैं, जिनमें बेतार के यन्त्र लगे हुए हैं। यह यन्त्र जहाज़ों को बरफ़ के पर्वत का स्थान और आकार बतला देते हैं।

कोहरे में जहाज़ को समुद्र में किस प्रकार मार्ग मिलता है

यदि यह आविष्कार कुछ वर्ष पूर्व होकर कार्य-रूप में परिणत हो जाता तो जाने कितने जहाज़ों की हानि होने से बच जाती।

अमरीका के वनों के ऊपर बेतार के यन्त्र लगे हुए हवाई जहाज़ चक्कर मारते रहते हैं। आग लगने की दशा में यह तुरन्त ही आग बुझानेवाले स्टेशन को सूचना देकर आग का प्रबन्ध करते हैं।

बेतार की लहरों को एक ओर केन्द्रित करने की नई

उन्नति से जहाजी विद्या में एक नवीन युग का आविर्भाव हुआ है। बेलिनी (Bellini) और टोसी (Tosi) नाम के दो इटली के इञ्जीनियरों ने कुछ वर्ष पूर्व एक बेतार की कुतुबनुमा का आविष्कार किया था। यह घूमने वाले एरिअल का एक विशेष नमूना था। इस ध्रुवप्रदर्शक यन्त्र के घूमते समय एक ऐसा बिन्दु आता है, जिससे बेतार के सङ्केत को ग्रहण करने पर यह दूसरे बिन्दुओं की अपेक्षा अधिक जोर से शब्द करता है, जिसका अभिप्राय यह है कि यह आने वाली लहरों की ओर मुख किये हुए हैं। सबसे थोड़ी दूरी आवश्यक रूप से सरल रेखा ही होगी। जिस प्रकार जिस दिशा से सँकेत आता है, उसका पता लगाया जा सकता है।

इस प्रकार के ध्रुवप्रदर्शक यन्त्र वाला जहाज गहरे से गहरे कोहरे में भी अपना मार्ग खोज सकता है। इस सिद्धान्त में उन्नति होने से बेतार के यन्त्र वाले एक प्रकाश ग्रह (Light house) के लिए अब यह सम्भव हो गया है कि वह आँखों को चौंधिया देने वाले अपने प्रकाश के स्थान में लहरों की एक हल्की किरण ही फेंक दे। जिस जहाज में बेतार की यह कुतुबनुमा लगी होगी वह बड़ी सुगमता से प्रकाश ग्रह की ओर जा सकती है। क्योंकि प्रकाश ग्रह का संकेत जहाज पर की कुतुबनुमा को अपनी ओर आने का मार्ग बतलाता रहता है। इस प्रकार अत्यन्त

पाला पड़ने पर भी जहाज़ मार्ग नहीं भूल सकते।

वेतार के द्वारा खानों के कुलियों की रक्षा

वेतार का यन्त्र अब खानों में भी लगाया जा सकता है। ऊपर वाले वेतार के द्वारा नीचे काम करने वालों से बात कर सकते हैं। इस प्रकार खानों में काम करने वालों की रक्षा का भी बहुत कुछ प्रबन्ध हो गया है। वेतार के सङ्केत से दवे हुए आदमी अपने दबने का स्थान ठीक-ठीक बतला सकेंगे, जिससे उसी स्थान पर खोदकर बहुत से बहुमूल्य प्राणों की रक्षा की जा सकेगी।

वेतार के द्वारा बिजली की शक्ति को भेजना

वेतार के दो चमत्कारों को अभी और समझना बाकी है। एक तो मोटर या इञ्जिन को चलाने के लिए बिजली का देना और दूसरे जहाज़ों और स्थल यानों (Land-Vedicles) को वेतार के यन्त्र द्वारा सङ्केत देकर मार्ग बतलाना। एक जंगी जहाज़ के ऊपर हवाई जहाज़ से शक्ति देकर चलाया जा चुका है। एक मोटरकार को भी पीछे की दूसरी मोटरकार से शक्ति तथा सङ्केत देकर बिना आदमी के ही भीड़दार गलियों में से चलाया जा चुका है। यह कार्य अत्यन्त आश्चर्यजनक जान पड़ते हैं। किन्तु वेतार का यन्त्र इतनी शीघ्रता से उन्नति कर रहा है कि यन्त्रों को एक दूर के स्थान से शासन में रखने की शक्ति राष्ट्रों और मनुष्यों को अत्यन्त अमूल्य सिद्ध होगी।

उन्नीसवाँ अध्याय

बेतार का टेलीफ़ोन

महायुद्ध के अत्यन्त भयंकर रूप से चलते रहने पर भी बेतार के टेलीफ़ोन का आविष्कार हो गया।

२९ सितम्बर सन् १९१५ का दिन बेतार के इतिहास में सब से अधिक महत्वपूर्ण है। इस दिन अमरीकन टेली-फ़ोन ऐण्ड टेलीग्राफ़ कम्पनी के न्यूयॉर्क के दफ़्तर में उसके सभापति बेतार के टेलीफ़ोन में बोले थे। "ओहो कराटी, मैं मिस्टर वेल (Vail) हूँ।" कार्टी २५०० मील दूर सैन-फ्रांसिस्को में बैठा हुआ भी मिस्टर वेल की बात सुन रहा था। उन दोनों के बीच में कोई तार नहीं था। कार्टी ने न्यूयॉर्क को उत्तर दिया, "यह तो बड़ा अच्छा बन गया, बड़ा आश्चर्य है!" उसी दिन इस बात का समाचार आया कि कार्टी और वेल का वार्तालाप न्यूयॉर्क से २३०० मील दूर पनामा के सैन डीगो (San Diego) में, २१०० मील दक्षिण में और यहाँ तक कि ५००० मील दूर पैस-

फिक महासागर के होनोलूलू के मौक्तिक द्वीप (Pearl Island) में भी सुना गया। इसके थोड़े ही दिन के पश्चात् २० अक्तूबर सन् १९१५ को अमरीका के टेलीफ़ोन-वालों ने ईफ़ल टॉवर (Eiffel Tower) को टेलीफ़ोन किया। इससे फ्रांस की सरकार ने उस टॉवर से सैनिक काम लेना ही छोड़ दिया कि कहीं जर्मनीवाले भी हमारे संदेशों को न सुन लें। इतिहास में पहिले-पहल अमरीका का शब्द योरोप में सुनाई दिया।

बिजली के आश्चर्यों में से मनुष्य के शब्द को आकाश में से पकड़ लेने वाला यह यन्त्र अत्यन्त आश्चर्यजनक है। बेतार का टेलीफ़ोन बोलनेवालों का हजारों मील की दूरी के सहस्रों श्रोताओं से सम्बन्ध कर देता है, यह देश-भर के व्यक्तियों को इस प्रकार मिला देता है। मानों वह सब एक ही सभा में बैठे हुए हों। इसके द्वारा एक मनुष्य पूरे महा-द्वीप-भर से बात कर सकता है। एक गानेवाला एक साथ ही सैकड़ों श्रोताओं को प्रसन्न कर सकता है।

अनेक वर्षों के शान्त परिश्रम के पश्चात् आवाज़ को बेतार के द्वारा भेजा जा सका है। मोर्स की परिभाषा के डेश और बिन्दुओं को भेजने की अपेक्षा मनुष्य के शब्द को आकाश में भेजना कहीं अधिक कठिन है। फिर तार में जानेवाले मनुष्य के शब्द की तुलना में तो यह बहुत ही अधिक कठिन है।

बोला हुआ शब्द अत्यन्त सूक्ष्म और मिश्रित स्वभाव का होता है। यह सङ्गीत के शब्द के समान भी नहीं होता। क्योंकि सङ्गीत का शब्द प्रति सेकिंड वायु की निश्चित लहरों की संख्या के पश्चात् निकलता है। मनुष्यों के द्वारा बोले हुए कुछ शब्द प्रति सेकिंड में हजारों शब्द बनाते हैं। बेतार के आरम्भिक दिनों में जब उपपादक लच्छे (Induction Coil) की चिंगारी (Spark) से ईथर की लहर बनाई जाती थीं तो मनुष्य के शब्द को ले जाने के लिये लगातार काफ़ी वेग की चिंगारियाँ बनाना सम्भव नहीं था। यदि एक सेकिण्ड में बीस सहस्र लहर उत्पन्न करनेवाले मानव शब्द को बेतार के यन्त्र से भेजना पड़े तो यन्त्र में एक सेकिण्ड में उससे कई गुनी अधिक लहरें भेजने की शक्ति होनी चाहिए।

गायक आर्क

इस विषय का श्रीगणेश तो तब हुआ जब विलियम डडेल (William Dudell) और जर्मन वैज्ञानिक प्रोफ़ेसर साइमन (Simon) ने बिजली के आश्चर्यजनक आर्क लैम्प (Arc Lamp) का आविष्कार किया, जो बात करता था, गाता था और बेले के स्वर निकालता था। इसका नाम गायक आर्क (Singing arc) रक्खा गया था। यह टेलीफ़ोन के द्वारा सुनी हुई किसी भी ऐसी बात को दोहरा देता था,

जिसका प्रभाव इस आर्क को बिजली देनेवाले डाइनमो पर
डाला जाता है। उन दिनों में प्रोफेसर साइमन ने वास्तव में
ही फ्रैंक फोर्ट (Frank fort) में एक आर्क लैम्प का
गाना कराया था। कुछ दिनों बाद डेनमार्क के एञ्जीनियर
पौलसेन (Poulsen) ने गायक आर्क से इतनी शीघ्र
गति की वेतार की लहरों को उत्पन्न करने का काम लिया
कि मनुष्य शब्द को भेजना भी सुगम हो गया।

वेतार के टेलीफ़ोन में शब्द का क्या होता है?

वेतार का टेलीफ़ोन बिल्कुल बिजली का होता है।
शब्द अपने रूप में ईथर के पार नहीं भेजा जाता, वरन्
बिजली के छोटे पार्सलों के रूप में भेजा जाता है। अपने
दैनिक उपयोग के टेलीफ़ोन के समान हम सूक्ष्म श्रावक-
यन्त्र (Microphone) में बोलते हैं। माइक्रोफ़ोन शब्द
की लहरों को बदल कर बिजली की लहर बना देता है, जो
वेतार के यन्त्र में डाल दी जाती है। इस प्रकार प्रेषक-यन्त्र
से ग्राहक यन्त्र तक आकाश के अन्दर ईथर की लहरों की
अनन्त शृङ्खला यात्रा करती है और इन लहरों का माइ-
क्रोफ़ोन पर शब्द की लहरों की क्रिया के कारण प्रभाव
पड़ता है और इनका रूप बदल जाता है। अन्त में यह
ग्राहक-यन्त्र (Receiving instrument) पर पहुँच
जाती है। यह यहाँ टेलीफ़ोन के पर्दे को इस प्रकार हिलाती

हैं कि वह शब्द की लहरों को फिर उत्पन्न करके उन्हें दूसरे किनारे से निकाल देता है।

बेतार के टेलीफ़ोन की इतनी बड़ी उन्नति का कारण उस वाल्व (Valve) का ग्राहक पना (Sensitivess) है। जिसका आविष्कार आरम्भ में प्रोफेसर फ़्लेमिंग (Fleming) ने किया था। और बाद में जिसमें ली डे फ़ॉरेस्ट (Lee De Forest) ने बहुत अधिक सुधार किए थे। ब्रिटेन के वैज्ञानिक ने आविष्कार किया और अमरीकन वैज्ञानिक ने उसको बहुत अधिक उपयोगी बना दिया। डे फारेस्ट ने अब घोषणा की है कि उसने शब्द की लहरों को बिना काँपनेवाले बीच के पर्दे को बिजली की करेण्ट बना लिया है।

वाल्व (Volve) में तीन बातें होती हैं। सूत (Filament), पत्तर (Plat) और ग्रिड (Grid) यह तीनों ही काँच के ऐसे गोले में बन्द कर दिए जाते हैं, जिसमें से हवा निकाल ली जाती है। यह एक साधारण बिजली की बत्ती जैसा दिखलाई देता है। ग्रिड छोटा-सा तार का जाल होता है, जिसका पत्तर (Plat) और सूत (Filament) रखा जाता है। सूत या फिलामेंट धातु का एक साधारण तार होता है। बिजली की करेण्ट ले जाकर उसको दमकता हुआ बनाया जाता है।

बेतार के वाल्व

श्वेत रक्त फिलामेण्ट एक छावनी के समान होता है, जिसमें से सैनिकों के समान वास्तविक ऋण विद्युदंश एक संयुक्त छावनी के सेट में जाकर शत्रु के देश में जाने का उद्योग करते हैं। उनके बीच में शत्रु ने एक बड़ा भारी छिपने का स्थान—ग्रिड—बनाया हुआ है। बार-बार मित्रों के हवाई जहाज़ी बेड़े आकर सैनिकों को छिपने के स्थान में इतनी बड़ी संख्या में लाते हैं कि यात्रा करनेवाली सेना वहाँ वास्तव में ही छिपने के बजाय सहायता पाती है। होता यह है कि ग्रिड ग्राहक स्टेशन (Receiving Station) के एरियल के तार से इस प्रकार सम्बन्धित होता है कि उसमें बारी-बारी से धन और ऋण बिजली भरती है। जब ग्रिड ऋण-धन (negative) होता है, तो शत्रु बलवान होता है। वह अपने मित्र सेट (पत्ता) को पार करने का उद्योग करता हुआ ऋण विद्युदंशों की सेना को नष्ट-भ्रष्ट कर डालता है। किन्तु जब ग्रिड धन (Positive) हो जाता है, तो वह हवाई जहाज़ से आनेवाले सैनिकों का अतिथि के समान सत्कार करता है और इस प्रकार आनेवाली सेना और अधिक शक्ति के साथ आगे बढ़ती हुई और विजय करती हुई सेट पर जा पहुँचती है।

इस प्रकार यह कहा जा सकता है कि एक ओर तो वाल्व (Valve) एरिअल की करेण्टों को नष्ट करता है

और दूसरी ओर बढ़ाता है, यह एक आश्चर्यजनक बात है; क्योंकि इसका यह अभिप्राय है कि संकेतों (Signals) की शक्ति अधिक बढ़ा दी जाती है। इस प्रकार टेलीफ़ोन में पहले से कहीं अधिक ज़ोर की आवाज़ सुनाई देती है। इससे अधिक क्या होगा कि संकेत एक वाल्व (Valve) से दूसरे वाल्व में निकल जाते हैं और इससे भी अधिक बढ़ जाते हैं। दूसरे वाल्व से तीसरे में जा सकते हैं। इसी प्रकार अधिकाधिक शक्ति-सम्पन्न होती हुई एरिअल के द्वारा पकड़ी हुई वह निर्बल करेण्ट इतनी बलवान हो जाती हैं कि वह टेलीफ़ोन में से इतने ज़ोर से निकलती हैं कि अपने उच्च स्वर से दस सहस्र व्यक्तियों से भरे हुए हॉल (Hall) भर में सुनाई दे सकती है।

इस बात का शीघ्र पता लग गया कि यह आश्चर्यजनक वाल्व (Valve) बेतार से बातचीत करने में आवश्यक होने वाले विद्युत् के हलकारों को उत्पन्न करने योग्य है, इसमें गत महायुद्ध के बाद के दो वर्षों में असाधारण उन्नति की गई। उस समय अत्यन्त साधारण यन्त्रों से भी बड़ी-बड़ी दूर पर बातचीत करना सम्भव हो गया।

एक हवाई जहाज के ऊपर बेतार का टेलीफ़ोन विशेष कौतुक की वस्तु है; क्योंकि उसमें संसार की विभिन्न प्रकार की शक्ति के उल्लेखनीय परिवर्तन का पता लगता रहता है। हवाई जहाज के उड़ते समय उसका प्रॉपलेट (पङ्खा)

बड़ी तेज़ी से घूमता रहता है। यह वास्तव में हवाई चक्की है, जो अनाज पीसने के स्थान में एक डाइनेमो को चलाती है। इस प्रकार हवाई जहाज़ के द्वारा जीती हुई वायु ही उसके बेतार के यन्त्रों के लिए बिजली की करेण्ट भी देती है। डाइनेमो से उत्पन्न हुई बिजली को बदलकर वाल्व एरिअल से निकली हुई लहरों का रूप दे देता है और इस प्रकार शक्ति में और परिवर्तन होता है।

छोटे-छोटे वाल्व प्रेषकों (Valve Transmitters) का स्थान शीघ्र ही अधिक शक्तिशालियों ने ले लिया। ज्यों-ज्यों उसको अधिकाधिक शक्ति से काम लेना पड़ा वाल्व परिमाण में भी बढ़ता गया। पेरिस का ईफेल टॉवर (Eiffel Tower) सब से उत्तम वाल्व स्टेशनों में से एक है। यहाँ सन् १९२१ में प्रयोग करने आरम्भ किए गए। इन प्रयोगों का आगे चलकर अत्यन्त उत्तम परिणाम हुआ। वाल्व की बड़ी-बड़ी बत्तियाँ चौदह इंच ऊँची होती थीं। यद्यपि वहाँ एक हार्सपावर से कुछ ही अधिक बिजली से काम लिया जाता है, तो भी वहाँ से दिन-भर में कई-कई बार ब्राडकास्ट (Broadcast) किए हुए समाचार लंदन, एडिनबरा और १२०० मील की दूरी तक सुने जा सकते हैं।

अब तो ऐसे-ऐसे शक्तिशाली वाल्वों का आविष्कार हो चुका है, जिनके द्वारा संसार-भर से बातचीत की जा सकती है।

इस प्रकार यह आश्चर्यजनक वाल्व मनुष्य-स्वर को महासागरों के पार लेजाने में बड़ी भारी सहायता कर रहा है। मनुष्य ने ऐटलांटिक पार तक और ६,००० मील से भी अधिक तक बातचीत कर ली। किन्तु इस सब के लिए परिश्रम अत्यधिक करना पड़ा। ऐसे समय की निकट-भविष्य में ही प्रतीक्षा की जा रही है, जब हम योरोप, कनाडा और अमरीकावालों से हँसी-दिल्लगी अच्छी तरह कर सकेंगे।

एक महत्वपूर्ण बात और भी स्मरण रखने योग्य है। वह यह कि भविष्य में अधिक दूरी पर बातचीत करने के लिए अधिक शक्ति की आवश्यकता नहीं हुआ करेगी। क्योंकि बेतार का अत्यन्त ग्राहक कान, ग्राहक यन्त्र (Receiving apparatus) भी अधिकाधिक शक्ति-शाली बनता जाता है। अतएव यह अत्यन्त निर्बल संकेत को भी बढ़ाकर सुनने योग्य बना सकता है। आज हमारे पढ़ने के कमरे में से अमरीका और आस्ट्रेलिया से आने-वाले बेतार के समाचार निकल-निकलकर जा रहे हैं। किन्तु हमारे पास उनको ग्रहण करने के यन्त्र न होने से हम उन को सुनने में असमर्थ हैं।

यात्रा के संसार में बेतार के टेलीफ़ोन ने विशेष भाग लिया है। इस समय हवाई जहाज में बैठकर उसका पाइ-लट (हवाई जहाज चलानेवाला) अपने बेतार के यन्त्र-

द्वारा अपने मार्ग की बाधाओं का पहले से ही पता लगाकर अपनी यात्रा को निर्विघ्न समाप्त कर सकता है। यात्री स्वयं भी इसके द्वारा अपने ठहरने के स्थान पर बातचीत करके अपने व्यापार का सुगमता से प्रबन्ध कर सकते हैं।

मारकोनी का स्वप्न था कि महासागर के प्रत्येक कोने में टेलीफ़ोन लगा दिया जावे, जिससे यात्रियों को सब कहीं सुविधा होजावे। अब मारकोनी का यह स्वप्न बहुत कुछ सत्य होता जा रहा है।

जहाज़ के कमरे में बैठे हुए यात्री से लंदन के सम्पादक का वार्तालाप।

आज यह संभव हो गया है कि किसी जहाज़ का यात्री भी चाहे जहाँ से चाहे जिससे टेलीफ़ोन द्वारा बातचीत कर सकता है। यदि वह लंदन के किसी सम्पादक से बात करना चाहता है तो वह अपने उस टेलीफ़ोन को उठा लेगा, जो तार द्वारा जहाज़ के बेतार के कमरे से मिला हुआ है, अब जहाज़ का आपरेटर बेतार के द्वारा ऐटलांटिक पार इंगलैण्ड के समुद्री किनारे पर के स्टेशन को टेलीफ़ोन करेगा और उससे कहेगा कि कोई यात्री अमुक सम्पादक से बात चीत करना चाहता है, सम्पादक के टेलीफ़ोन का सम्बन्ध बेतार के स्टेशन से करदिया जावेगा, उसका शब्द बेतार के माइक्रोफ़ोन (Microphone) में जावेगा

और वहां से जहाज पर जा पहुँचेगा, यहाँ वह शब्द जहाज़ के बेतार के टेलीफ़ोन यंत्र से यात्री के कमरे के टेलीफ़ोन में तार द्वारा जावेगा, और इस प्रकार जहाज़ के कमरे में बैठा हुआ यात्री लन्दन के कमरे में बैठे हुए यात्री से बड़ी सुगमता से बात चीत कर सकता है।

वेतार की लहरों का केन्द्री करण प्रणाली (Directing wireless waves) यह आशा दिलाती है कि शीघ्र ही टेलीफ़ोन के यह संवाद सीधे अपने उद्दिष्ट स्थान पर पहुँच जाया करेंगे। समाचार भेजने और प्राप्त करने में काम आनेवाले एरियल केन्द्रीकरण ढंग के होने चाहियें। समाचार को ठीक जानने के लिये उनको एक दूसरे के ठीक सामने होना आवश्यक है। यदि ग्राहक (Receiver) ठीक प्रेषक यंत्र (Sending Instrument) के सन्मुख नहीं है तो कुछ भी सुनाई न देगा। लहरों के उस महत्वपूर्ण केन्द्रीकरण का यह अभिप्राय है कि ग्राहक स्थान पर बहुत अधिक शक्ति आती है। किन्तु वालवों (Valves) की संख्या काफ़ी होने के कारण यह फालतू शक्ति अनावश्यक है। सारांश यह है कि समाचार भेजने में उससे कम शक्ति की आवश्यकता है।

बेतार के द्वारा संगीत, नाच और हंसी दिल्लगी का आनन्द लेना।

मारकोनी ने लंदन से बरमिंघम तक बहुत थोड़ी शक्ति

(विजली) से ही वात करती थी, यह वात बड़ी महत्वपूर्ण है। उस दिन की प्रतीक्षा की जा रही है, जब प्रत्येक-व्यक्ति के हाथ में वेतार का यंत्र होगा।

वेतार के द्वारा ब्राडकास्ट करने (Broadcasting) की प्रणाली इससे विल्कुल ही भिन्न है। इसमें प्रेषक स्टेशन संगीत, वाद्य, कहानियों, और उपदेशों आदि को सभी दिशाओं में भेजना पड़ता है, जिससे उसको सब कोई सुन सकें। संकेत अधिक से अधिक शक्तिशाली कर दिये जाते हैं, जिससे उनके बच्चे अपने घर के बने यंत्रों से भी शीघ्रता से सुन सकें।

ब्रॉडकास्टिंग ने हंसी-दिल्लगी. गायन और वाद्य का नया संसार बना लिया है। ब्राडकास्टिंग स्टेशनों पर प्रति-दिन सङ्गीत समाजें होती हैं। वहाँ वायु कभी शान्त नहीं रहती, आश्चर्यजनक जादूगर माइक्रोफ़ोन के कान में संगीत सुनाया जाता है, जो शब्द की लहरों को पकड़ कर उनको बिजली की लहर बना देता है; जो क्षणमात्र में ही बागों, अथवा छतों में लगे हुए एरिअलों में पहुँच कर फिर शब्द की लहरें बन जाती हैं, और उनको स्त्री पुरुष और बच्चे सभी सुनते हैं।

वाल्व की शक्ति बढ़ाने की सामर्थ्य से टेलीफ़ोन का शब्द बहुत ज़ोर से सुनाई देता है। इसका शब्द इतना स्पष्ट होता है कि वह बड़े से बड़े कमरे में बैठे हुए प्रत्येक

व्यक्ति को सुनाई दे सकता है। इस प्रकार एक धार्मिक उपदेशक अपने मंदिर के आँगन से भी बड़े क्षेत्र के व्यक्तियों का उपदेश दे सकता है। महात्मा गांधी सारे भारतवर्ष और समस्त संसार को एक साथ अपना सन्देश दे सकते हैं। वायसराय अपने इन्द्र की अट्टालिका जैसे भवन में बैठे हुए ही दिल्ली विश्वविद्यालय के वार्षिक उपाधि-वितरणोत्सव के अवसर पर अपना चैंसलर पद का भाषण दे सकते हैं।

उत्तर ध्रुव में बैठा हुआ एक अन्वेषक लंदन के अपने मित्र को वहाँ का आँखों देखा वर्णन सुना सकता है, इंगलैण्ड के ब्रॉडकास्टिंग स्टेशन अलग प्रकार की लम्बाई की लहरों से काम लेते हैं। इससे अनेक संगीत एक दूसरे से नहीं टकराते, यदि दो स्थानों पर ब्राडकास्ट हो रहा हो तो पहिले एक के और दूसरे के सन्देश को सुना जा सकता है। लहरों की लम्बाई बड़ी सावधानी से चुनी जाती है, जिससे दूसरे महत्वपूर्ण स्टेशनों के काम में बाधा न आवे, हवा में संगीत भर देने से आवश्यक बात-चीत का संदेश नष्ट होजाता (खोया जाता) है। ब्राडे-कास्टिंग स्टेशन को थोड़ी-थोड़ी देर बाद अपना काम रोक देना चाहिये। इससे संसार का काम करने वाले भी ईथर से काम ले सकेंगे।

यह बेतार का संसार बड़ा आश्चर्यजनक है, प्राचीन काल के संस्कृत वैयाकरणियों के स्फोटवाद के सिद्धान्त की इससे अधिकाधिक पुष्टि होती जारही है। न्याय वैशेषिक के 'शब्दगुणकमाकाशम्' को तो इस आविष्कार ने पूर्णतया सत्य सिद्ध करके दिखला दिया है।

❀ ❀ ❀

बीसवाँ अध्याय

आश्चर्यजनक किरणें

वायु अथवा नत्रजन (Nitrogen) जैसे गैसों के अन्दर से बिजली की करेंट के निकल जाने पर बड़ी-बड़ी विचित्र और सुन्दर घटनाएँ होती हैं। सामान्य दशा में बहुत से गैस बिजली के मार्ग में बड़ी बाधा डालते हैं। यदि करेंट को एक काँच की नली में से उसमें आंशिक शून्याकाश बनाकर, भेजा जावे तो नली में से आती हुई बिजली उसमें के गैसों को सब प्रकार के उत्तम रंगों से रंगकर चमका देती है।

इतने सब रंगों को उत्तम करने वाली शून्याकाश की नली को देखकर ही पहिली-पहिल वह परिस्थितियाँ उत्पन्न हुई थीं, जिनके कारण आगे चलकर रांटजेन किरणों (Rontgen Rays) अथवा एक्स किरणों (X Rays) का अद्भुत आविष्कार किया गया था।

यदि किसी गैस की नली में से दसहजारवें भाग तक

की वायु को निकाल लिया जावे तो इसका यह अभिप्राय है कि नली में अब केवल उस गैस का दसहज़ारवाँ भाग ही शेष है। बिजली की करेंट उसमें से जाने पर उस काँच की नली को सुन्दर हरे रंग की बना देगी। यह चमक शून्याकाश वाली नली (Vacuum tube) की ऋण-ध्रुव से निकली हुई किरणों से उत्पन्न होती है। इन्हीं किरणों को कैथोड किरण (Cathode Rays) कहते हैं, यह किरणें ही संसार के सबसे बड़े रहस्यों में से एक की कुंजी हैं। उनके विषय में स्वर्गीय सर विलियम क्रुक्स् (Sir William Crookes) ने बहुत कुछ पता लग या था। अतएव उनके बाद उस नली का नाम ही क्रुक्स् नली (Crookes tube) पड़ गया।

जब कभी यह कैथोड किरणें (Cathode Rays) किसी पदार्थ से टपकती हैं, तो जो छोटे-छोटे टुकड़े इनके मार्ग में आते हैं, और उनमें जो कुछ भी होता है वह उस पदार्थ पर ऐसा जादू कर देती हैं कि उसमें से अपनी किरणें निकलने लगती हैं। इन नई किरणों में ही आश्चर्यजनक एक्स किरणें(X Rays) होती हैं। यह विज्ञान की 'सेंध मारने वाली' कही जाती हैं, यह हमारे शरीरों, दरवाज़ों, अथवा ईंटों की दीवारों तक के अन्दर से अपना मार्ग बना लेती हैं। यह केवल ताम्बे की ढाल अथवा किसी अन्य भारी धातु से ही रुक सकती है।

सन् १८९५ में रांटजेन (Rantgen) अपनी प्रयोग-शाला में क्रुक्स नली के साथ कुछ प्रयोग कर रहा था। उसने बाहर से प्रकाश न देखे जाने के लिये उसको एक काले कागज़ में लपेटा हुआ था। उसको यह देखकर बड़ा आश्चर्य हुआ कि कुछ गज़ दूर मेज़ पर पड़ा हुआ एक गत्ते (Cardboard) का टुकड़ा-जो कुछ पीले दानों से ढका हुआ था, अत्यन्त अधिक चमक रहा है। उसने केवल यही परिणाम निकाला कि काले कागज़ में से छेदकर कुछ किरणें क्रुक्स नली में से निकलकर उन दानों के पास तक पहुँची हैं, जिससे वह चमकने लगे। इस प्रकार एक्स किरणों का आविष्कार किया गया।

गत्ते (Cardboard) की उस दफ़्ती पर बैरियम प्लैटिनो साइनाइड (Barium-platino-Cynide) के दाने थे। सन् १८९५ से लगाकर अब तक की हुई एक्स किरणों की उन्नति में इन किरणों के द्वारा भड़काया जाने पर यही पदार्थ सबसे अधिक किरणें उत्पन्न करता है।

प्रोफेसर रांटजेन ने जब देखा कि यह किरणें कागज को छेद लेती हैं तो उन्होंने सोचा कि अवश्य ही यह माँस के अन्दर से भी निकल आवेंगी। जब उक्त दानों से लिपटे हुए गत्ते को हाथ के पीछे किया गया तो माँस के अन्दर से हड्डियाँ दिखलाई देने लगीं और यह भी बिल्कुल पारदर्शी थीं।

उस आश्चर्यजनक आविष्कार के महत्व को तुरन्त स्वीकार किया गया। इस समाचार को तार द्वारा संसार के सब भागों में भेज दिया गया। इसके साथ यह समाचार भी भेज दिया गया कि माँस के अन्दर से जाने वाली किरणें अपना अक्स फ़ोटो के प्लेट पर भी बना देंगी। एक-दो दिन में ही लन्दन के वैज्ञानिकों ने अत्यन्त सफलता के साथ कुछ मनुष्यों की हड्डियों के फ़ोटो लिये।

एक्स किरणों की शल्य निदान में सहायता

एक्स किरणों के आविष्कार से विज्ञान में एक नया विभाग ही खुल गया, इस विभाग ने अत्यन्त अधिक शीघ्रता से उन्नति की ओर यह मनुष्य जाति के लिये शीघ्र ही अत्यन्त महत्वशाली बन गया। इस बात का बहुत शीघ्र अनुभव किया गया कि यह आविष्कार निगले हुए सिक्के अथवा माँस में घुई हुई पिन अथवा सुई का बहुत शीघ्र पता लगा लेगी। इन किरणों को शरीर के अन्दर से निकालने से उपरोक्त बातों के साथ-साथ यह भी देखा जा सकेगा कि शरीर के किस भाग की हड्डी टूट गई है।

आज प्रत्येक अच्छे अस्पताल में एक्सकिरणों का प्रबन्ध है, बहुत से दांतों के डाक्टर उनसे अपने कार्य में बड़ी भारी सफलता से काम लेते हैं। खानों में उतरने वालों,

की उनके द्वारा परोक्षा को जाती हैं, जिससे उनके फेफड़ों की परीक्षा करके उनके स्वास्थ की रक्षा की जा सके।

शक्तिशाली एक्सकिरण मशीनों के निर्माण में भी नवीन युग उपस्थित करेंगी, उस समय मशीनों को गलत लगाने अथवा उनके कमजोर बनने के कारण दुर्घटनाएं होनी बिल्कुल बंद हो जावेंगी। प्रत्येक इंजीनियरिंग कारखाने में एक एक्स किरणों का डाक्टर भी रहा करेगा; जो इन किरणों से एक मशीन अथवा धातु के टुकड़े को उसी प्रकार परीक्षा किया करेगा, जिस प्रकार डाक्टर मनुष्य शरीर की परीक्षा करता है। जो मशीनें टूट कर धन और प्राणों की हानि करती हैं अथवा बड़े भारी वेग से चलते चलते टूट जाती हैं उनको एक्स किरणों की परीक्षा देनी होगी।

एक लाख वोल्ट बिजली लेने वाली बत्ती

अब हमको यह देखना है कि एक्स किरणों से फ़ोटोग्राफ़ किस प्रकार लिया जाता हैं, किरणें एक बड़े भारी उपपादक लच्छे (Induction Coil) से उत्पन्न करके काँच की एक ऐसी नली में लाई जाती है जिसमें से लगभग दस लाखवें भाग तक की हवा खींचली गई हो। अनेक बार शून्याकाश (Vacuum) इससे भी अधिक ऊँचा कर दिया जाता है, क्रुक्स नली (Crookes tube) के दोनों किनारों पर दो साफ़ प्रवाहकों (Conductors)

के स्थान पर भारी-भारी प्रवाहक रक्खे जाते हैं, उनके बीच में कैथोड विरोधी (anti cathode) एक वस्तु रक्खी जाती है, यह नली में से कूद कर निकल भागने का प्रयत्न करने वाली कैथोड किरणों की भयंकर धारा को रोकने के लिये होती है, यह कैथोड विरोधी वस्तु किरणों को समकोण (Right angle) पर घुमा देती है। इस प्रकार वह नली से वाहिर को फेंकी जाती हैं। कैथोड विरोधी प्रायः एक टंगस्टन नाम की धातु (Tungsten) का बटन होता है, जो उसमें उत्पन्न हुई बड़ी भारी उष्णता को रोकता है और एक्स किरणों को निकालता है, यह एक्स किरणें उस बिजली की बत्ती में से निकलती हैं।

इतनी थोड़ी हवा वाली उस बत्ती में बड़ी भारी बाधा (Resistance) होती है; क्योंकि वोल्टाइक बिजली (Voltaic Electricity) शून्याकाश में से नहीं चल सकती। परिणाम यह होता है कि एक्स किरण की नली में बड़े ऊंचे परिमाण एक वोल्ट या इससे भी अधिक की करेण्ट देनी पड़ती है। यह करेण्ट बड़े भारी उपपादक लच्छे (Induction Coil) के सेकण्डरी (Secondary) तार से दी जाती है। यदि इस करेण्ट को नली के अन्दर से न देकर लच्छे अथवा काएल के किनारे पर कूदने दिया जावे, तो सम्भवतः वह बीस इंच वायु को चमका देती है। कभी-कभी बिजली की चिंगारी इतनी भयङ्कर होती है कि

यह चिंगारी की उत्कृष्ट चादर का रूप धारण कर लेती है। उस समय यह मकड़ी के जाले-जितनी बारीक होती है। उस समय एक नर्तकी के वस्त्रों-जितनी भड़कदार दिखलाई देती है।

जब एक्सकिरण की नली में से करेण्ट को लेजाया जाता है, तो काँच की बत्ती पर मन्दी हरी चमक के अतिरिक्त और कुछ दिखाई नहीं देता। स्वयं एक्सकिरण अवश्य होती हैं। उनके अस्तित्व का पता केवल चमकदार दानों अथवा उनके द्वारा फ़ोटो के प्लेट पर उत्पन्न किये हुए परिणाम को देखने से लगता है। उनके वायु को प्रवाहक साधन (Conductive medium) बनाने की अद्भुत शक्ति से भी उनका पता चलता है।

एक्सकिरणों का प्रयोक्ता रबड़ और ताम्बे का पर्दा क्यों पहने रहता है

एक अस्पताल या रोगी देखने के कमरे के लिए एक्स-किरणों का पूरा सामान एक सुन्दर चौखटे में बन्द रहता है, इस चौखटे में पहिये लगे होते हैं, और यह अस्पताल के किसी भी वार्ड रोगी के कमरे अथवा बिस्तरे के पास ले जाया जा सकता है, देखने में यह बहुत विचित्र नहीं होता, उपपादक लच्छा (Induction coil) एक सन्दूक पर रखा हुआ होता है, और दोनों ओर के तार नली के

किनारों से बँधे होते हैं, नली (Tube) भी एक हत्थे (arm) वाले सन्दूक में रक्खी होती है, जिससे इसको भी चाहे जिधर घुमाया जा सकता है, तारों में से एक बीच में कटा होता है और वाल्व (Valve) से जुड़ा होता है, यह वाल्व वेतार के वाल्व के समान करेंट को एक दिशा में चलने देता है क्योंकि एक्स किरण की नली के लिये यह अत्यन्त महत्वपूर्ण है कि उसमें को होकर कोई 'उल्टी' किरण न निकले।

किरणों से काम लेते समय पूरी सावधानी रखनी चाहिए, क्योंकि खाल और माँस पर उनका बहुत बुरा प्रभाव हो सकता है। यहाँ तक कि माँस को वह समय आने पर पूरी तौर से नष्ट भी कर सकती हैं। कुछ आरम्भिक प्रसिद्ध कार्यकर्त्ताओं ने इस नई शक्ति के ख़तरों के विषय में कुछ न जानते हुए इसका बिल्कुल खुली तौर से उपयोग किया, जिससे उनमें से कई-एक को अपने प्राणों से हाथ धोना पड़ा। इस समय इसके प्रयोक्ता (ऑपरेटर) की रक्षा करने के लिए प्रत्येक प्रकार की सतर्कता से काम लिया जाता है। रक्षा करनेवाले पदार्थों में ताँबा सब से अच्छा है, क्योंकि यह सब से भारी धातुओं में से एक है, अतएव किरणें इसके अन्दर से छेदकर नहीं जा सकतीं। रबड़ और ताँबे के एक मिश्रण का आविष्कार किया गया है, जिसके दस्ताने, ऐप्रन

(सामने पहने का वस्त्र) और मुख के पर्दे बनाए जाते हैं। उसमें काँच भी होता है। दो बटा पाँच (२/५) भाग उसमें ताँबा होता है। किरणों से अपनी रक्षा करने के लिए उनको प्रयोग करनेवाले पहना करते हैं।

एक्सकिरणों का ट्यूब भी प्रायः चारों ओर से ताँबा लगे हुए सन्दूक़ में बन्द रहता है। किसी समय तो एक-एक सन्दूक़ में चौथाई टन तक ताम्बा लगा होता है, किरणें सन्दूक़ के सामने के एक छोटे-से छिद्र में होकर निकलती हैं। कभी-कभी एक्सकिरणों से ऐसे व्यक्तियों का फ़ोटो भी लिया गया है, जो अस्पताल से सौ गज़ दूर जाकर बैठ गए हैं।

एक्सकिरणों का चिकित्सा में उपयोग

इन किरणों का निदान के अतिरिक्त चिकित्सा में भी बहुत उपयोग किया जाता है, एक रोगी पर प्रयोग की जाने पर यह किरणें उसके स्वास्थ्य को हानि पहुँचाने से पूर्व उसके शरीर के फ़ालतू मैल को निकालती हैं, इनके द्वारा बिना चीर-फाड़ के अनेक रोगियों को आराम किया जा चुका है।

एक्सकिरणों का व्यापार में उपयोग

इन किरणों का व्यापारिक-कार्य में भी उपयोग किया जाता है। यह तम्बाकू के पौदे की पत्तियों पर आक्रम

करनेवाले कीड़ों को नष्ट करती हैं। अभी तक तम्बाकू की पत्तियों के नष्ट हो जाने से बड़ी भारी हानि हुआ करती थी, किन्तु इन रहस्यपूर्ण किरणों ने उन कीड़ों को भी नष्ट कर दिया।

एक्सकिरणों-द्वारा चुङ्गी को चोरी को पकड़ना

एक्सकिरणों के और भी ऐसे अनेक उपयोग हैं, जिनका व्यापार से कोई सम्बन्ध नहीं है। बन्दरगाह पर चुङ्गी (कस्टम हाउस) के अफ़सर कभी-कभी गाँठों और बण्डलों की परीक्षा करते हैं, कि उनमें कोई वस्तु चुङ्गी योग्य तो नहीं है। बूट जूते के कारीगर भी एक्सकिरण के एक साफ़ सन्दूक़ से काम लेते हैं। जिसके ऊपर जूता पहने से पूर्व पैर रक्खा जा सकता है, इससे बूट के अन्दर भी पैर की हड्डियाँ दिखलाई दे जाती हैं और यदि पैर दबता हो या उसको बूट में आराम न मिलता हो तो ग़लती ठीक की जा सकती है।

एक्सकिरणों द्वारा जवाहरात की परीक्षा

एक्सकिरणों के द्वारा कभी-कभी असली और नकली जवाहरात की परीक्षा भी हो जाती है। असली हीरा लगभग पारदर्शी दिखलाई देगा जब कि नकली हीरा काला दिखलाई देगा।

प्रोफेसर रॉन्टजेन (Rontgen) के आविष्कार के

बाद से एक्सकिरणों में बड़ी भारी उन्नति हुई। पहिले फोटो लेने में कई मिनट लगते थे। किन्तु अब एक सेकिंड का हज़ारवाँ भाग भी नहीं लगता। एक्सकिरणों के द्वारा हृदय की धड़कन, फेफड़ों की कार्य शैली और शरीर विज्ञान के सम्बन्ध में अन्य अनेक चलते फिरते चित्र लिए गए हैं। इसके द्वारा डाक्टर को अपने रोगी के अन्दर झाँकने की शक्ति मिल गई है। वास्तव में विज्ञान के इतिहास में यह सबसे बड़े लाभों में से एक है।

कुछ वर्ष पूर्व संयुक्त राज्य अमरीका में डाक्टर कूलिज (Dr. Coolidge) ने आविष्कार करके एक्सकिरणों के लिए भावी चौकसी को ही बदल डाला है। उन्होंने एक साधारण ढङ्ग का आविष्कार किया है, जिसमें इन किरणों को भारी से भारी धातु को भी छेदकर पार करने की शक्ति दी है। एक सामान्य बिजली की बत्ती को जलाने पर कैसी अद्भुत शक्ति हो जाती है। प्रकाशित फिलामेन्ट (Filament) से लाखों और करोड़ों विद्युत अँश उड़ते रहते हैं। डाक्टर कूलिज ने अपने ट्यूब की ऋण ध्रुव (Negative Pole) में एक कुण्डलाकार प्रकाशित फिलामेन्ट लगाया, जिससे वह इन विद्युत् अँशों की एक धारा धन ध्रुव (Positive Pole) की ओर छोड़ता था। विद्युत् अँश एक सुगम मार्ग देते हैं, जिनके ऊपर से कैथोड किरणें (Cathode Rays) जा सकती हैं। जितने ही विद्युत अँश

अधिक होंगे उतना ही कैथोड किरणों को धन और ऋण के अन्तर को पार करना अधिक सुगम होगा। अतएव फिलामेन्ट को जितना ही अधिकाधिक उष्ण किया जावेगा उतना ही वह अधिक प्रकाशित होगा, उतनी ही अधिका-धिक कैथोड किरणें कैथोड विरोधियों पर आक्रमण करेंगी और उतनी ही अधिकाधिक शक्तिशाली एक्सकिरणें उत्पन्न होती जावेंगी।

किन्तु यदि विद्युत् अंशों की एक छोटी धारा ही निकले तो कैथोड किरणों को एक्सकिरण के ट्यूब की धन और ऋण ध्रुवों को पार करने में अधिक से अधिक कठिनाई होगी। वह केवल वोल्ट संख्या को बढ़ाने से ही दोनों ध्रुवों को पार सकेंगे। इन किरणों की छेदने की शक्ति पूर्णतया वोल्टों की शक्ति पर निर्भर है। इस प्रकार अपना ट्यूब लगाकर डाक्टर कूलिज इतनी छेदने वाली शक्ति की किरणों को उत्पन्न कर सके, जिनकी कभी पहिले कल्पना भी नहीं की गई थी।

एक्सकिरणें इस्पात के अन्दर से भी निकल गईं

डाक्टर कूलिज के इस आश्चर्यजनक आविष्कार से एक्सकिरणों में एक नवीन युग का आरम्भ हो गया। एक खूँटे को पृथ्वी में अधिक गहरा गाड़ने के लिए एक्सकि-रणों को काफ़ी तेज़ी पहुँचाने की आवश्यकता हैं। कठोर से कठोर धातु में भी इन किरणों को पहुँचा कर सलाई से

टटोला जा सकता है। कूलिज के ट्यूब से एक्सकिरणों को चलाने की इतनी शक्ति मिल गई कि वह इस्पात को तीन या चार इञ्चों तक छेद सकती थीं, मनुष्य के शरीर में से वह वायु के समान निकल जाती हैं। तो भी उनको इच्छानुसार इतना कोमल बनाया जा सकता है कि उनसे तितली के पङ्खों का चित्र भी ले सकते हैं।

लोहे के अन्दर झाँकना

इञ्जीनियरों के लिए यह किरणें अत्यन्त महत्व की हैं। जब इञ्जिन का कोई भाग बनाया जाता है तो धातु को गलाकर एक साँचे में डालकर ढाला जाता है और फिर उसको ठंडा किया जाता है। किन्तु सम्भव है कि ठंडा करने में कोई दराड़ आगई हो। जिसके कारण मशीन चलती-चलती टूट सकती हैं।

ऐसे दराड़ों को जानना तब तक असम्भव था जब तक धातु के अन्दर न झाँका जा सके। किन्तु एक्सकिरणों की सहायता से उसका चित्र लेकर छोटे से छोटी दराड़ का भी पता लगाया जा सकता है। लोहे की कच्ची दशा में ही ऐसा करने से आगे होने वाला सब परिश्रम बचाया जा सकता है।

हवाई जहाजों के लकड़ी के महत्वपूर्ण भागों की परीक्षा भी एक्सकिरणों के द्वारा की जाती है। लकड़ी के अन्दर ही अन्दर कीड़ों द्वारा किये हुए छेदों का पता इसके द्वारा

सुगमता से लगाया जा सकता है। इन छेदों के कारण ही कई-कई हवाई जहाज आकाश में उड़ते समय टूट चुके हैं। जिससे बड़ी भारी धन और जन की हानि उठानी पड़ी है। एक्सकिरणों ने इस प्रकार हवाई यात्रा में भी कुछ सुविधा प्रदान की है।

उनका उपयोग धातुओं को गढ़कर मिलाने में भी किया जाता है। दो धातुओं के भागों को अत्यधिक उष्णता से गलाकर एक किया गया। यदि वह दोनों ठीक-ठीक नहीं मिले तो जिन भागों पर अधिक जोर पड़ेगा वह चटख जावेंगे। यदि वह ठीक-ठीक नहीं मिले हैं तो यह किरणें उसकी त्रुटि को ठीक-ठीक बतला देंगी। इस प्रकार यह अन्वेषक किरणें इञ्जीनियरों के लिए भी अत्यधिक उपयोगी है।

यह किरणें खेलों में भी अपना काम करती है। क्रिकेट अथवा हाकी की गेंदों को पहिले इन किरणों द्वारा देख लेना चाहिए कि प्रत्येक गेंद में धातु की सामग्री ठीक केन्द्र में है अथवा नहीं। यदि वह केन्द्र में न होगी तो उसका संतुलन (Balance) ठीक न रहने से उसके द्वारा ठीक-ठीक न खेला जा सकेगा।

चित्रों के पहचानने में भी इन किरणों ने महत्वपूर्ण कार्य किया है। पहिले समय के चित्रकारों के तैल चित्रों के चमकदार रङ्ग वर्तमान रङ्गों की अपेक्षा इन किरणों के

लिए अधिक धुँधले होते हैं। एक्सकिरण के फोटोग्राफ में उनका अन्तर बिल्कुल स्पष्ट हो जाता है। उत्तम चीनी मिट्टी और मिट्टी के बर्तनों के विषय में भी यही बात है। उनमें भी बड़ी सुगमता से धोखेबाज़ी पकड़ी जा सकती है।

एक्सकिरण बतलाती हैं कि हम अपने दैनिक जीवन में जितनी वस्तुओं से काम लेते हैं वह सब चमकदार दानों (Crystals) से बनी हुई हैं और उक्त प्रत्येक दाना परमाणुओं (Atoms) से बना हुआ है। इस प्रकार अब इन किरणों के द्वारा संसार की रचना का पता लगाया जा रहा है।

* * *

इक्कीसवाँ अध्याय

बिजली की शक्ति का भविष्य

देहली, बम्बई, कलकत्ता आदि में सब कोई बिजली की ट्रामों में बैठते हैं। बिजली की रेलगाड़ी का दक्षिणी योराप में बहुत प्रचार है किन्तु भारत में भी वह बम्बई के चारों ओर चल रही है। यह आशा की जाती है कि वाष्प के एँजिनों का स्थान पूरी तौर से बिजली ले लेगी और भावी सन्तानें वाष्प के एँजिनों को आश्चर्य से देखा करेंगी। क्योंकि फ्राँस म सब को सब रेलों को बिजली से चलाया जाता है। दूसरे देश भी उसका अनुकरण शीघ्रता से करते जारहे हैं।

बिजली हमारे शब्द को पृथ्वी के पार पहुँचाती है, हमको प्रकाश देती है और हमारी मशीनों को चलाती है. यह झरनों और नदियों से शक्ति बनाती है, जो संसार की सम्पत्ति को बनाती है। हमको एक स्थान से दूसरे स्थान को लेजाने में और व्यापारिक माल को संसार के सब कोनों में पहुँचाने में भी इसका महत्व बढ़ता जाता है।

कोयले के कारण से रेलों को बड़ी असुविधा है। कोयला सब कहीं उत्पन्न नहीं होता। अतएव जहाँ कोयला नहीं होता वहाँ उसको लादकर लाना पड़ता है। जिससे उसकी कीमत बढ़ जाती है।

यदि अपनी खानों में ही कोयला बड़े-बड़े वाष्प के एँजिनों को चलावे और वह बड़े-बड़े डायनमों को चलावें, तो इसी काली शक्ति से बिजली की करेंट बन जावे। बिजली करेन्ट को दूसरे स्थान पर पहुँचाने के लिये रेल-गाड़ी अथवा जहाजों की आवश्यकता नहीं पड़ती। यह तार के द्वारा ले जाई जाती है और यह चाहे जहाँ क्षणमात्र में पहुँच सकती है।

यह कारण है कि वाष्प का स्थान बिजली क्यों जल्दी-जल्दी लेती जारही है। दूसरा कारण यह है कि वाष्प के बाएलर से बहुत शक्ति नष्ट करके शक्ति उत्पन्न की जाती है। यह सत्य हैं कि खानों में बिजली उत्पन्न करने में भी इस शक्ति का अपव्य होगा ही। किन्तु सहस्रों लोकोमोटिव एँजिनों की अपेक्षा एक बड़ा भारी कारखाना अवश्य ही कम व्यय से खुलेगा।

आज जिस देश में भी अधिक झरने हैं वह अधिकाधिक बिजली बनाता जाता है।

यह बिजली बराबर कोयले को हटाकर उसका स्थान लेती जाती है। जिससे बिजली की गाड़ियों का अधिका-

धिक प्रचार होता जाता है। समुद्र में बिजली के जहाज पहिले से ही अधिक चल रहे हैं। तेल के एँजनों से चलाये हुए डायनमों से करेंट उत्पन्न की जाती है, जिससे शक्तिशाली मोटर चलवाये जाते हैं।

ट्राम गाड़ियाँ

बिजली की करेंट से सबसे अधिक ट्रामगाड़ियाँ काम लेती हैं। योरोप में ट्रामगाड़ियाँ पहिले दो घोड़ों से चला करती थीं। ऊँचे स्थान पर चढ़ने के लिये उनमें एक तीसरा घोड़ा भी लगाया जाता था। किन्तु बिजली की ट्राम किसी भी पहाड़ी पर चल सकती है; उसको बिजली उधार लेने कहीं नहीं जाना पड़ता।

बिजली की ट्राम बिजली को प्रायः ऊपर के तार से लेती हैं। यह तार स्थान-स्थान पर लगे हुए खंभों में ठीक-ठीक तारों से पृथक्-पृथक् लगे रहते हैं। ट्राम की पटरियाँ भी दूसरे प्रवाहक (Conductor) का काम देती हैं। ऊपर का तार और नीचे की पटरियाँ दोनों मिलकर बिजली की बैटरी के दो तारों के समान काम करती हैं। योरोप में कहीं-कहीं ट्राम हैं, जिनमें न बैटरी है और न तार है उनमें पृथ्वी के नीचे के तार से शक्ति पहुँचाई जाती है। ट्रामों के नीचे मोटर लगे रहते हैं, जिन पर धूल या पानी कुछ नहीं पहुँच सकता, यह पूर्णरूप से लोहे के ढक्कन में बन्द रहते हैं, जिससे यह किसी को दिखलाई

नहीं देते। ट्राम को चलाने में बड़ी भारी शक्ति की आवश्यकता पड़ती है।

ट्राम के ड्राइवर (चलानेवाले) को अपने शासन की शक्तियों का ज्ञान रेल के ड्राइवर के समान नहीं होता। ट्राम की मशीन बिलकुल सुगम होती हैं, जिसमें ड्राइवर को बिल्कुल दिक्कत उठानी नहीं पड़ती। ट्राम जितनी ही अधिक तेज चलती है बिजली उतना ही कम खर्च होती है। ट्राम के स्टार्ट होने और चढ़ाई पर चढ़ने में बिजली अधिक लगती है।

बिजली की रेल गाड़ियाँ

ट्राम गाड़ियों की इतनी अधिक सफलता देखकर यह विचार उत्पन्न हुआ कि रेलगाड़ियों को भी बिजली से ही चलाया जावे, धीरे-धीरे पृथ्वी के अन्दर रेल गाड़ियाँ चलाई जाने लगीं, जिनमें लन्दन की रेलवे अधिक प्रसिद्ध है।

रेलगाड़ी का बोझ ट्राम की अपेक्षा अधिक होता है। बिजली का ऐंजन भी बड़ा ही होता है। थोड़ी दूर जाने के लिए एक गाड़ी में मोटर लगा दिया जाता है और बाक़ी डब्बे यात्रियों के काम आते हैं, किन्तु दूर की यात्रा और भारी-भारी गाड़ियों के लिए बिजली के विशेष प्रकार के लोकोमोटिव ऐंजिनों का आविष्कार किया गया है। इस समय अनेक ऐंजिनों को काम में लाया जा रहा है।

बिजली की रेलगाड़ी की विशेषता यह होती है कि

उसमें केवल एक ही ड्राइवर होता है। वाष्प के ऐंजिन के समान उसमें भट्टी के न होने से उसके देखनेवाले आदमी की भी बचत हो जाती है। कुछ व्यक्तियों को सन्देह है कि इसमें ड्राइवर के लिये ख़तरा है, किन्तु यह बिल्कुल ग़लत बात है, क्योंकि ऐंजिन को चलानेवाला हैंडिल इस प्रकार लगाया जाता है कि यदि ड्राइवर से छूट भी जावे, तो वह स्वयं ही रोकने की दशा पर जा पहुँचता है और गाड़ी स्वयं खड़ी हो जाती है।

बम्बई की बिजली की रेल में ऊपर के तार से बिजली ली जाती है। किन्तु अन्य देशों में प्रायः दो पटरियों का प्रयोग किया जाता है। एक पटरी रेल की पटरियों के बीच में होती है और दूसरी पृथक् होती है। अर्थात् इस प्रकार की बिजली की रेल के मार्गों में रेल की चार पटड़ियाँ बिछी होती हैं। दो गाड़ियों के पहियों के लिए होती हैं और दो बिजली की करेंट को ले जाने का काम देती हैं। बिजली के मोटरों को बड़े ऊँचे वोल्ट की करेंट दी जाती है। बिजली भरी हुई रेल की पटरियों को छूना बड़ा भयंकर है, बल्कि उनको छूने से प्रायाः मृत्यु हो जाती है, किन्तु मनुष्यों को इस आपत्ति से अपने को बचाने का अभ्यास इतना शीघ्र हो जाता है कि इतनी-इतनी दूर तक पटड़ियों के बिछे रहने पर भी मनुष्य उन पर बराबर काम करते हैं और बहुत कम दुर्घटनाएँ होती हैं।

बिजली की रेल के लिए आवश्यक बड़ी भारी करेंट

लम्बी-लम्बी दूरी की रेलों में बिजली से बड़ा कठिनता से काम लिया जाता है। बिजलीघर से आनेवाली करेंट बहुत बड़ी वोल्ट संख्या की होनी चाहिए। क्योंकि कम संख्या वाले वोल्ट की करेंट के लिए बड़े मोटे और क़ीमती ताँबे के तार की आवश्यकता पड़ती है, जिससे उसमें बहुत अधिक बाधा (Resistance) न आवे, इस कठिनाई को जीतने के लिए कई सहस्र वोल्ट की करेंट देनी पड़ती है। मोटर को चलाने में इससे कम करेंट दी जाती है। ज़मीन के नीचे की रेलों के लिए ११ सहस्र वोल्ट की आलटर्नेटिंग (A. C.) करेंट उत्पन्न की जाती है। छोटे-छोटे स्टेशनों पर इसको बदलकर ५०० वोल्ट की डाइरेक्ट (D. C.) करेंट बना लेते हैं।

रेल के लम्बे मार्ग का विभाग सेक्सनों (Sections) में कर लेते हैं। और प्रत्येक सेक्सन को प्रथक्-प्रथक् बिजली दी जाती है।

स्वयं होनेवाले सिगनल

बिजली की रेलों के पश्चात् अन्य अनेक नवीन आविष्कार आते हैं। उनमें स्वयं होनेवाले सिगनल (Automatic Signals) विशेष प्रसिद्ध हैं। इनसे एक रेलगाड़ी दूसरी को दिखला सकती है कि लाइन खाली है,

अथवा नहीं। पर्वत की गुफाओं अथवा पृथ्वी के नीचे ललनेवाली रेलों को नल वाली गाड़ी अथवा ट्यूब रेलवे (Tube Trains) कहते हैं। इनका कार्य अपने आप होनेवाले सिगनलों से ही होता है। यह देखा जा चुका है कि एक गोदाम में से आनेवाली बिजली की निर्बल करेंट उस गोदाम की बिजली को दूसरे यन्त्र में भर सकती है। यहाँ वह बिजली सिगनल के लैम्प अथवा संचालन करने के यन्त्र (Signalling Apparatus) में भर जाती है। करेंट को रेल की पटरियों में से गोदाम में ले जाया जाता है। किन्तु यह गोदाम में तभी जा सकती है, जब दोनों पटरियाँ प्रवाहक (Conductor) जुड़ी हुई हों।

जिस समय गाडी पटड़ी के ऊपर से चली जाती है, करेंट एक पटरी से दूसरी पटरी में धातु के पहियों और धुरे के बीच में से आ जाती है, घेरा (Circuit) पूरा हो जाता है और गोदाम स्वयं ही सिगनल दे देता है। इस प्रकार पीछे से आनेवाली गाड़ी सिगतल से जान जाती है कि उसके सामने दूसरी गाड़ी है अथवा नहीं। घेरे (Circuit) के उत्तम प्रबन्ध से लाइन के घिरे होने पर सिगनल का लाल लैम्प जल जाता है और लाइन के खाली होने पर हरा लैम्प जल जाता है।

बिना ड्राइवर की रेलगाड़ी

बिजली की रेलों के लिए एक आश्चर्यजनक आविष्कार

का प्रस्ताव किया गया है। यह एक भयंकर लाइन है, जो बिना इञ्जिन ड्राइवर के ही अपने आप काम करती है। सन् १९१२ में इंगलैण्ड में एक ऐसी ही रेल की परीक्षा की गई थी। यह बिना ड्राइवर की रेलगाड़ी तीन मील प्रति घण्टा की तेजी से जाती थी। बड़ी-बड़ी बुद्धिमतापूर्ण मशीनों से यह गाड़ी मोड़ पर स्वयं ही धीमी पड़ जाती थी। स्टेशन पर यह इतनी सफ़ाई से खड़ी हो जाती थी कि जैसे मनुष्य खड़ी कर लेता है। यह गाड़ी कई लीवरों (Levers) से ही चलती और रुकती थी। यह लीवर गाड़ी के एक किनारे पर एक सन्दूक में रहते थे। यहाँ एक आदमी चार हॉर्स पावर मोटर से उन छोटी-छोटी गाड़ियों को काबू में रखता था। इस ऑपरेटर के सामने एक तख्ता होता था, जिस पर गाड़ियों की गति का पता स्वयं लग जाता था।

बिजली का भविष्य

इस विचार का अभी तक बहुत कुछ कार्य रूप में परिणत नहीं किया गया है। किन्तु बहुत शीघ्र वह दिन आनेवाला है, जब इस विषय में बड़ी-बड़ी उन्नति की जा चुकेगी। यह आशा की जाती है कि निकट भविष्य में ही वह दिन आने वाला है, जब रेलगाड़ियों और जहाजों को बेतार के द्वारा बिजली दी जाया करेगी।

गत कुछ वर्षों में इतनी आश्चर्यजनक उन्नति की गई

है कि किसी बात को भी असम्भव नहीं बतलाया जा सकता। बिजली के द्वारा सब कार्य बड़ी सुगमता से किये जा सकते हैं। इसको अपरिमित परिमाण में बनाया जा सकता है और असँख्य कार्यों में इसका उपयोग किया जा सकता है। अब भी बिजली के ऐसे रसायनों का पता लग सकता है। जिनके विषय में हमको गुमान भी नहीं है।

कोई नहीं कह सकता कि संसार की बिजली की प्रयोग-शालाओं के कार्य का क्या परिणाम हो।

* * *

बाईसवाँ अध्याय

कोयला और उसके आविष्कार

यद्यपि कोयला एक पौद्गलिक पदार्थ है और यह मनुष्य जाति के जन्म से भी बहुत पहिले से पृथ्वी के गर्भ में छिपा पड़ा है। तौ भी 'वर्तमान आविष्कार' नाम के इस ग्रन्थ में इसका वर्णन इस कारण किया गया है कि वर्तमान आविष्कारों में कोयले का बड़ा भारी भाग है। यदि आज पृथ्वी के गर्भ में कोयले की खानें न होतीं तो सम्भवतः आज हम अब से दो सौ वर्ष पीछे के युग में होते। रेल, इञ्जिन आदि सबका आविष्कार कोयले से ही हुआ है।

'पृथ्वी और आकाश' नाम की पुस्तक में कारबेनीफेरस युग के वर्णन में वतलाया जा चुका है कि उस समय पृथ्वी भर में विशालकाय वृक्ष उत्पन्न हो गये थे। जो इस युग के बीतते-बीतते पृथ्वी में दब गये और धीरे-धीरे कोयला बन गये। इनके ऊपर पृथ्वी की तह पर तह चढ़ती

गईं। कहीं-कहीं इन तहों पर फिर वृक्ष उत्पन्न हो गये और वह भी गिरकर कालान्तर में कोयला बन गये।

इस समय संसार के देशों के व्यापार को देखकर कहना पड़ता है कि कोयला एक ऐसा चुम्बक है जो दूसरे व्यापारों का आकर्षण करता है। जिस देश में कोयला अधिक है वही अधिक धनवान् भी है। कोयले में बोझ बहुत होता है। यह इतना भारी होता है कि इसको ले जाना बड़ा कठिन होता है। अतएव कोयले की खानों के पास ही कारखाने बन जाते हैं, जिससे कोयले को लेजाने की लागत बचाई जा सके। कच्चे माल को कोयले के पास लाकर उससे पक्का माल बनाने मे इसकी अपेक्षा सस्ता पड़ता है कि कच्चे माल के पास कोयले को ले जाया जावे।

इस प्रकार अपने पास उद्योगधन्धों का आकर्षण करने में कोयला चुम्बक अथवा मैगनेट का काम करता है।

इंग्लैण्ड की इतनी बड़ी समृद्धि का कारण कोयला और उसका समुद्र के पास होना है; क्योंकि वह संसार-भर से कच्चा माल ला-लाकर अपने कारखानों को देता है और उनसे पक्का माल बनाकर फिर संसार के बाजारों में भेज देता है।

इस प्रकार इंग्लैण्ड, स्काटलेण्ड और वेल्स तीनों ही अपने कोयले की खानों के कारण अच्छे व्यापारी देश बन

गये, जब कि आयर्लैण्ड को कोयले के बिना केवल कृषि पर ही निर्वाह करना पड़ा।

संसार में सब से अधिक कोयला संयुक्त राज्य अमरीका, जर्मनी और ग्रेट ब्रिटेन में होता है। यदि संसार-भर के कोयले का परिमाण पाँच टन रक्खा जावे, तो उसमें से चार टन यह तीनों देश उत्पन्न करते हैं। इसी कारण यह तीनों देश सब से अधिक समृद्ध हैं। यदि इनका कोयला समाप्त होजावे, तो निश्चय से इन देशों की आर्थिक परिस्थिति शोचनीय होजावेगी।

कोयले का युद्ध में महत्व

शान्ति के समान युद्ध काल में भी कोयले का महत्व कम नहीं है। युद्ध में यह कारखानों में शस्त्रास्त्रों को बनाता है और रेलगाड़ियों तथा हवाई जहाज़ों को खींचकर लाता है। गत महायुद्ध में ब्रिटेन और अमरीका के कोयले ने मित्रराष्ट्रों को बहुत सहायता पहुँचाई थी। बहुत थोड़े कोयले वाला फ्रान्स और बिना कोयले का देश इटली इस सहायता के बिना कभी युद्ध नहीं कर सकते थे। वार्सेलीज़ की सन्धि के अनुसार जर्मनी का बहुत-सा कोयला फ्रान्स को दे दिया गया। अतः जर्मनी की शक्ति अब उतनी नहीं है।

भिन्न-भिन्न देशों के कोयले का परिमाण

सन् १९१३ में संसार-भर में १,३४,२०,००००० टन

कोयला उत्पन्न हुआ था। इसके नौ वर्ष पश्चात् सन् १९२२ में यह संख्या गिरकर १२००,०००,००० टन ही रह गई। इसमें से संयुक्तराज्य अमेरिका ने ४१७०००,००० टन, जर्मनी और पोलैण्ड ने मिलकर ३०२०००,००० टन और ग्रेट-ब्रिटेन ने २५६०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया था। इस प्रकार अकेले अमेरिका ने ही संसार-भर के कोयले का तृतीयांश उत्पन्न किया था। अमेरिका के इतना धनी और शक्तिशाली होने का यह एक रहस्य है। अमरीका के पास कोयला, तेल, रुई, लोहा और तांबा संसार-भर में सब से अधिक है।

एक वर्ष के अन्दर भारत ने लगभग २२०००,००० टन, कनाडा ने लगभग १५०००,००० टन, आस्ट्रेलिया ने लगभग १५०००,००० टन, दक्षिणी अफ्रीका ने लगभग १२०००,००० टन, स्पेन ने लगभग ६०००,००० टन, हालैण्ड ने लगभग ४०००,००० टन और न्यूज़ीलैण्ड ने लगभग २,०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया। किन्तु इन सब का योगफल भी अमरीका के कोयले के बराबर नहीं है।

अतएव कोयला राष्ट्रों के व्यापार को बढ़ाने के साथ-साथ जन-संख्या को भी खींचता है।

कोयले के द्वारा वाष्प के पम्प का आविष्कार

पहले-पहल जब कोयला खानों में से खोदा जाता था,

गये, जब कि आयलैंण्ड को कोयले के बिना केवल कृषि पर ही निर्वाह करना पड़ा।

संसार में सब से अधिक कोयला संयुक्त राज्य अमरीका, जर्मनी और ग्रेट ब्रिटेन में होता है। यदि संसार-भर के कोयले का परिमाण पाँच टन रक्खा जावे, तो उसमें से चार टन यह तीनों देश उत्पन्न करते हैं। इसी कारण यह तीनों देश सब से अधिक समृद्ध हैं। यदि इनका कोयला समाप्त होजावे, तो निश्चय से इन देशों की आर्थिक परिस्थिति शोचनीय होजावेगी।

कोयले का युद्ध में महत्व

शान्ति के समान युद्ध काल में भी कोयले का महत्व कम नहीं है। युद्ध में यह कारखानों में शस्त्रास्त्रों को बनाता है और रेलगाड़ियों तथा हवाई जहाजों को खींचकर लाता है। गत महायुद्ध में ब्रिटेन और अमरीका के कोयले ने मित्रराष्ट्रों को बहुत सहायता पहुँचाई थी। बहुत थोड़े कोयले वाला फ्रान्स और बिना कोयले का देश इटली इस सहायता के बिना कभी युद्ध नहीं कर सकते थे। वार्सेलीज़ की सन्धि के अनुसार जर्मनी का बहुत-सा कोयला फ्रान्स को दे दिया गया। अतः जर्मनी की शक्ति अब उतनी नहीं है।

भिन्न-भिन्न देशों के कोयले का परिमाण

सन् १९१३ में संसार-भर में १,३४,२०,००००० टन

कोयला उत्पन्न हुआ था। इसके नौ वर्ष पश्चात् सन् १६२२ में यह संख्या गिरकर १२००,०००,००० टन ही रह गई। इसमें से संयुक्तराज्य अमेरिका ने ४१७०००,००० टन, जर्मनी और पोलैण्ड ने मिलकर ३०२०००,००० टन और ग्रेट ब्रिटेन ने २५६०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया था। इस प्रकार अकेले अमेरिका ने ही संसार-भर के कोयले का तृतीयांश उत्पन्न किया था। अमेरिका के इतना धनी और शक्तिशाली होने का यह एक रहस्य है। अमरीका के पास कोयला, तेल, रूई, लोहा और तांबा संसार-भर में सब से अधिक है।

एक वर्ष के अन्दर भारत ने लगभग २२०००,००० टन, कनाडा ने लगभग १५०००,००० टन, आस्ट्रेलिया ने लगभग १५०००,००० टन, दक्षिणी अफ्रीका ने लगभग १२०००,००० टन, स्पेन ने लगभग ६०००,००० टन, हालैण्ड ने लगभग ४०००,००० टन और न्यूज़ीलैण्ड ने लगभग २,०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया। किन्तु इन सब का योगफल भी अमरीका के कोयले के बराबर नहीं है।

अतएव कोयला राष्ट्रों के व्यापार को बढ़ाने के साथ-साथ जन-संख्या को भी खींचता है।

कोयले के द्वारा वाष्प के पम्प का आविष्कार

पहले-पहल जब कोयला खानों में से खोदा जाता था,

तो थोड़ा नीचे जाने पर ही पानी निकल आता था। अतएव इस पानी को दूर करने के उपाय सोचे जाने लगे। आवश्यकता आविष्कार की जननी है। इस लोकोक्ति के अनुसार उस समय वाष्प के एञ्जिन का आविष्कार किया गया। न्यूकोमैन का वाष्प का एञ्जिन (Newcomen's Steam Engine) इस कार्य के लिए अत्यन्त उपयोगी प्रमाणित हुआ। वह अन्दर के सब पानी को निकालकर बाहर फेंक देता था, जिससे अब कोयले की खानें अधिकाधिक गहरी खुदती गईं।

कोयले-द्वारा रेलगाड़ी का आविष्कार

ज्यों-ज्यों खानों की गहराई बढ़ती गई, कोयले का परिमाण भी बढ़ता गया। अतः अब कोयले को ढोने में बड़ी कठिनाई जान पड़ने लगी। अतएव पहले तो ट्रेन की पटरियों का आविष्कार करके कोयले को उन पर से ठेले पर लेजाया जाता था। किन्तु बाद में कोयले की खान के इञ्जीनियर लोग सोचने लगे कि जेम्स वाट (James Watt) के द्वारा उन्नति किये हुए वाष्प के एञ्जिन का लोहे की पटरियों पर कोयला लेजाने में किस प्रकार उपयोग किया जावे। इन गहन विचारकों में रिचर्ड ट्रेविथिक (Richard Trevithick) और जार्ज स्टेफेन्सन (George Stephenson) मुख्य थे।

उन्होंने वाष्प के लोकोमोटिवों का आविष्कार किया। अब वह कोयले को लेजाने में बड़ी भारी सहायता देने लगे।

सन् १७५० में अब्राहम डरबाई (Abraham-Darby) ने यह आविष्कार किया था कि लोहे को लकड़ी के स्थान में कोयले से भी गलाया जा सकता है। उस प्रकार धीरे-धीरे लोहे के कारखाने खुलने लगे और रेल-गाड़ियों को वर्तमान रूप की प्राप्ति हुई।

यदि संसार का कोयला समाप्त हो जावे

यदि संसार की कोयले की खानों से सब कोयला निकाल लिया जावे तो क्या हो ? किन्तु यह प्रश्न अभी बहुत दूर का है। यह अनुमान किया गया है कि अकेले ग्रेट ब्रिटेन की खानों में ही अभी १८०,०००,०००,००० टन कोयला मौजूद है। अमेरिका और जर्मनी में तो इससे भी कहीं अधिक है। अतः इतने कोयले को अभी कई शताब्दियों तक खोदना सुगम नहीं है।

किन्तु कोयले के समाप्त होने से बहुत पूर्व ही विज्ञान ऐसे साधन ढूँढ लेगा जिससे कोयले को हम स्वयं ही छोड़ देंगे। बिजली अनेक स्थानों में कोयले का स्थान लेती जाती हैं। किन्तु बिजली अभी पर्याप्त मात्रा में नहीं बनाई जाती।

इस समय कोयले के कारण बहुत से पुरुष और बच्चे धन्दे सिर लगे हुए हैं। इङ्गलैण्ड में इस समय ११ लाख

व्यक्ति कोयले की खानों में मज़दूर हैं। अपने परिवारों की संख्या को मिलाकर उनकी संख्या चालीस लाख होती है। अर्थात् ब्रिटेन के प्रत्येक बारह व्यक्तियों में से एक की आजीविका कोयले की मज़दूरी से होती है।

कोयले की खानों में भय

कोयला खोदना बड़ा भारी भय का काम है। कोयले में ऐसे-ऐसे गैस निकलते हैं, जिनसे तत्क्षण मृत्यु हो सकती है। कोयले में मेथेन (Methane) नामक गैस होता है। यह गैस प्रकाश को देखते ही जल उठता है। कोयले में कारबन डायोक्साइड गैस (Carbon Dioxide) होता है, जो दम घोट देता है।

दुर्घटनाएँ तो इन खानों में नित्यप्रति होती रहती हैं। कभी छत गिर पड़ती है। कभी-कभी मनुष्यों को नीचे ले जानेवाले पिंजरे या लिफ़्ट बिगड़ जाते हैं। कभी-कभी पृथ्वी के अन्दर-अन्दर कोयला ले जाने वाली रेलों की दुर्घटना हो जाती है। ब्रिटेन में कोयले की खानों की दुर्घटनाओं से होनेवाली मृत्युओं का औसत ११०० व्यक्ति हैं, जब कि ज़ख़्मियों का औसत तो दस सहस्र के आस-पास है। ब्रिटेन में कोई-कोई खानें तीन सहस्र फ़ुट गहरी हैं। उनमें अत्यन्त उष्णता के कारण मज़दूरों को नंगे होकर काम करना पड़ता है।

कोयले के गर्भ की अमूल्य सम्पत्ति

अभी गत कुछ वर्षों में ही पता चला है कि कोयला केवल जलाने के ही काम नहीं आता वरन् यह ठोस लकड़ियों, गैस की लकड़ियों, तेल, बीरोजा, राल, अमोनिया और बेंझोल(Benzol) आदि का कच्चा माल है। इन वस्तुओं से बड़ी-बड़ी कीमती वस्तुएँ बनाई और निकाली जाती हैं, जो केमिस्टों (Chemists) रंगनेवालों, फोटोग्राफरों और डाक्टरोंके काम आती हैं। कोयला जलाते समय उसमें की यह सब उपयोगी वस्तुएँ नष्ट होजाती हैं। अतएव कोयला एक बड़ा भारी सम्पत्ति है।

❀ ❀ ❀

तेईसवाँ अध्याय

तेल और उसके आविष्कार

तेल बड़ी भारी क़ीमती वस्तु है। यह अनेक रूपों में मिलता है। अपने ठोस रूप में इसी को चर्बी कहा जाता है। मुख्य रूप से यह हाइड्रोजेन (Hydrogen) और कार्बन (Carbon) का बना हुआ होता है।

तेल तीन साधनों से मिलता है—पौदों, प्राणियों और पृथ्वी से। प्राणियों में तो इसका अत्यन्त अधिक महत्व है। इसको खाने से शरीर में शक्ति आती है।

वनस्पति और प्राणियों से मिलनेवाले तेल के अतिरिक्त तीसरे प्रकार का तेल पृथ्वी से निकलता है। इस तेल को मिट्टी का तेल अथवा पेट्रोलियम (Petroleum) कहते हैं। उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में इस तेल का महत्व बहुत अधिक बढ़ गया। तब से लगाकर इसका महत्व बढ़ता ही जाता है। यद्यपि ब्रिटेन में बहुत थोड़ा तेल निकलता है, किन्तु संसार के लगभग आधे तेल के साधन

ब्रिटिश कम्पनियों के हाथ में हैं। तेल भी शान्ति और युद्ध दोनों के समय एक-सा महत्वपूर्ण है। यह मोटर कारों, लारियों, मशीनों और जहाजों को चलाता है। स्वयं ब्रिटिश सरकार ने ऐंग्लो पर्शियन ऑयल कम्पनी में अपना बहुत-सा रुपया लगा रक्खा है।

मिट्टी के तेल का आविष्कार नया नहीं है। बाईबिल में इसका अनेक स्थानों पर उल्लेख किया गया है। प्राचीन चीनी और जापानी लेखकों ने भी इसके विषय में लिखा है। संस्कृत साहित्य में भी इसका खनिज स्नेह के रूप में वर्णन आता है।

पृथ्वी में मिट्टी का तेल कहाँ से आया ?

पहले यह विचार किया जाता था कि मिट्टी का तेल जड़ साधनों अर्थात् कुछ रासायनिक क्रियाओं से बनता है। किन्तु अब सिद्ध हो गया है कि मिट्टी का तेल अत्यन्त प्राचीन काल से पृथ्वी में दबे हुए प्राणियों की चर्बी का भाग है।

कुछ भूगर्भ-शास्त्रियों का मत है कि प्राणी और पौदे दोनों का अंश मिट्टी के तेल में आता है; किन्तु दूसरों का विश्वास है कि यह केवल प्राणियों में से ही निकलता है। यह सम्भव हो सकता है कि कहीं यह तेल प्राणियों में से निकला हुआ हो और कहीं वनस्पतियों में से निकला हुआ हो। कोयले के विषय में भी इसी प्रकार अनेक साधन

हैं। भिन्न-भिन्न तेलों की खानों के पृथक्-पृथक् साधन हैं।

सर बावर्टन रेडवुड (Sir Boverton Redwood) एक बड़े भारी प्रामाणिक भूगर्भ-शास्त्री थे। आपने मिट्टी के तेल का इतिहास बतलाते हुए, कारबेनी-फेरस युग के उस समय का स्मरण कराया है, जब पृथ्वी पर वनस्पति अत्यधिक परिमाण में थे। उस समय तक स्थल पर कोई प्राणि नहीं था। केवल समुद्र में कुछ मछलियाँ और घोंघे वाले मोलस्क प्राणि थे।

इसके पश्चात् टर्टिएरी युग आया। इसमें भी वनस्पतियों की कमी नहीं थी। इस समय स्तनपोषित प्राणि (Mammals) पृथ्वी पर उत्पन्न हो चुके थे। उनमें से बहुत से तो अत्यन्त भीमकाय प्राणि थे। इचथियामारस, मैस्टोडान और तत्कालीन अन्य प्राणि आज ब्रिटिश प्रदर्शनालय (Museum) की शोभा को बढ़ा रहे हैं।

इस प्रकार पृथ्वी में दबे हुए इन पौदों और प्राणियों ने कुछ परिस्थियों में सँसार को कोयला दिया, और दूसरी दशाओं में मिट्टी का तेल अथवा स्वाभाविक गैस दिया।

मिट्टी का तेल पृथ्वी में छेददार चट्टानों, उदाहरणार्थ चूने के पत्थर अथवा बालू के पत्थर में जमा रहता है। जब इन तहों के ऊपर अधिक कठोर चट्टानों की छत बन जाती है तो एक उत्तम मिट्टी के तेल का स्थान (Oil field) बन जाता है। यह तहें छप्पर के समान दोनों ओर

को ढलवाँ होती हैं, जिससे गैस (Gas) इस छत के सबसे ऊपर के भाग में जमा हो जाता है। इस प्रकार तेल खूब दबा रहता है। और यदि तेल की चट्टानों को तोड़ा जाता है तो तेल पृथ्वी के ऊपर फव्वारे के समान शीघ्रता से झपट कर आता है। तेल की छोटी खानों से तेल को पम्पद्वारा खींचना भी पड़ता है।

सँसार में कुल कितना तेल है, यह कोई नहीं जानता। प्रति वर्ष नई-नई तेल की खानों का पता चलता जाता है, जिससे इसका कोष पृथ्वी में से प्रतिवर्ष कम होता रहता है। तेल का उपयोग भी ससार में अधिकाधिक बढ़ता जाता है।

प्रतिवर्ष निकलने वाले तेल का परिमाण

यह अनुमान किया गया है कि सन् १९२२ में समस्त संसार में ८३ करोड़ बैरेल तेल उत्पन्न हुआ था। ३६ गैलन के नाप के पीपे को बैरेल कहते हैं। समस्त संसार के इस परिमाण मे से ५५ करोड़ बैरेल अकेले संयुक्तराज्य में उत्पन्न हुआ था; और १८ करोड़ बैरेल उसके पड़ोसी राज्य मेक्सिकों में उत्पन्न हुआ था। ब्रिटिश साम्राज्य तेल के विषय में धनी नहीं है। इसमें संसार-भर के तेल का केवल दो या तीन प्रतिशतक उत्पन्न होता है।

तेल उत्पन्न करने वाले दूसरे बड़े देश रूस, डच ईस्ट-

इंडीज़, दक्षिणी अमेरिका, रूमानिया, भारत, पर्शिया (ईरान), और गैलीशिया हैं।

यद्यपि अमरीका संसार का दो तिहाई तेल उत्पन्न करता है, किन्तु उसके पास अब संसार के दो तिहाई तेल का कोष नहीं है। क्योंकि अमरीका के धन कुवेर धन के लालच में ऐसे उपायों से काम ले रहे हैं कि तेल अधिक से अधिक निकले। अतः उनका कोप अब इतना कम हो गया है कि विशेषज्ञों की सम्मति में सन् १९५० के पश्चात् अमरीका का तेल समाप्त हो जावेगा। इसके अतिरिक्त अपनी जल्दीबाज़ी और बेपरवाही में अमरीका ने अपना बहुत सा तेल नष्ट भी कर दिया है।

संसार में तेल की माँग प्रतिदिन बढ़ती जाती है। प्रतिवर्ष तेल की खपत अधिक होते-होते तेल का इतना अधिक व्यय किया गया है कि एक स्वेडेन के विशेषज्ञ की सम्मति में संसार भर का तेल सन् १९४० तक समाप्त हो जाना चाहिए।

कोयले की अपेक्षा तेल अधिक लाभप्रद है

शक्ति बनाने के लिए, जलाने तथा जल अथवा स्थल के इञ्जिनों को चलाने की दृष्टि से कोयले की अपेक्षा तेल से बड़े-बड़े लाभ हैं।

तेल से बड़ी सुगमता से काम लिया जा सकता है, जब कि कोयला भारी और गन्दा होता है। कोयले को

गाड़ी अथवा रेलगाड़ी में ले जाना पड़ता है; किन्तु तेल पीपे में अपनी ही शक्ति से ले जाया जाता है। तरल होने के कारण तेल को सुगमता पूर्वक एकत्रित करके गोदाम में रक्खा जा सकता है। अतएव कोयले की अपेक्षा तेल में समय और परिश्रम के साथ-साथ लागत की भी बचत होती है। सफ़ाई के कारण जहाज़ वाले तो कोयले की अपेक्षा इसको विशेष रूप से पसन्द करते हैं। इसके अतिरिक्त कोयले की अपेक्षा तेल कम स्थान को घेरता है। अब कोयले से बचे हुए उस स्थान में व्यापारिक माल जहाजों में रक्खा जाता है। वाष्प से चलने वाले जहाज़ (Steam ships) और मोटर से चलने वाले जहाज़ (Motor-ships) भी अब तेल का ही उपयोग करते हैं।

सन् १९१४ में सौ पीछे तीन जहाज़ ही तेल से काम लेते थे। सन् १९२२ में सौ में से ७५ तेल का उपयोग करने लगे। इस समय संसार भर में ५ सहस्र जहाज़ तेल से काम लेते हैं।

कोयले का स्थान तेल कभी नहीं ले सकता

इसके विरुद्ध तेल कोयले की अपेक्षा बहुत मँहगा होता है। समुद्र में स्थान की कमी होने से तेल अधिक पसन्द किया जाता है। इसी कारण भट्टियाँ अभी तक कोयले के स्थान पर तेल से नहीं जलाई जातीं।

पेट्रोल से ही हवाई जहाज़ का आविष्कार हुआ।

पेट्रोल के इञ्जिन के अत्यन्त हल्का होने से ही उड़ना सम्भव हो सकता है। हवाई जहाज़ का इञ्जिन केवल डेढ़ मन बोझे का हो सकता है और तो भी उसमें १०० हॉर्स पावर होगी।

इसके अतिरिक्त तेल की अपेक्षा कोयले का परिमाण पृथ्वी में बहुत अधिक है। तेल के समाप्त हो जाने पर कोयला कई शताब्दियों तक समाप्त नहीं होगा।

तेल से मिलने वाले उपयोगी पदार्थ

मिट्टी का तेल एक मिश्रित पदार्थ है। इसमें अनेक प्रकार के हाइड्रो-कार्बन (Hydro carbons) हैं। अनेक प्रकार से शुद्ध करके यह एक दूसरे से प्रथक् किये जाते हैं, और इनका अनेक कामों में उपयोग किया जाता है। शुद्ध करने पर पेट्रोलियम में से अनेक पदार्थ प्रथक्-प्रथक् निकल आते हैं। जैसे पेट्रोल, केरोसीन तथा अन्य अनेक प्रकार के चिकने पदार्थ।

पेट्रोलियम (मिट्टी के तेल) में से पेट्रोल बहुत कम निकलता है। मोटरकारों में इससे बहुत अधिक काम लिया जाता है। १०० बैरेल कच्चे पेट्रोलियम में से केवल पाँच से सात बैरेल तक ही पेट्रोल निकलता है। किन्तु संसार को इस समय प्रति वर्ष १० करोड़ गैलन पेट्रोल की आवश्यकता है। पेट्रोल की बड़ी सुगमता से वाष्प बन

जाती है। हवा के साथ मिलकर तो यह अत्यंत शक्तिशाली और उपयोगी विस्फोटक (Explosive) वन जाता है। मोटर के इञ्जिन भी बिल्कुल इसी प्रकार चलते हैं। गैस और वायु के विस्फोटक मिश्रण का एक थोड़ा सा भाग पिस्टन (Piston) के पीछे सिलेण्डर में भेजा जाता है, वहाँ उसमें एक बिजली की चिंगारी से आग लग जाती है और इस प्रकार उसके भड़कने से पिस्टन चलते हैं।

केरोसीन (मिट्टी का तेल) जलाने के काम में आता है। यह अनेक प्रकार का होता है। इसको भी थोड़ा शुद्ध किया जाता है।

पेट्रोल के गैस से भी प्रकाश का काम लेते हैं। पेट्रोल की पहिले वाष्प वनाई जाती है, फिर उसको एक विशेष यन्त्र में हवा से मिश्रित करते हैं। यह मिश्रण बड़ा अच्छा जलता है।

पेट्रोलियम से निकाले हुए लुब्रिकेटिंग आएल का उपयोग (Lubricating Oil) भी कम महत्व पूर्ण नहीं है। कभी कभी तो कच्चा पेट्रोलियम ही लुब्रिकेटिंग आएल वन जाता है। किन्तु दूसरी दशाओं में इसको सावधानी से वनाना पड़ता है। इस तेल की मांग भी प्रतिदिन वढ़ती ही जाती है।

यह आशा की जाती है कि भविष्य में पेट्रोलियम से रङ्ग और नकली रवड़ आदि भी निकाले जावेंगे। इस

समय पेट्रोलियम विशेष रूप से शक्ति को उठाने का काम दे रहा है।

शुद्ध पेट्रोलियम और वासलीन अथवा पेट्रोलियम जेली मूल्यवान औषधियाँ हैं।

पेट्रोलियम से एक और उपयोगी वस्तु पैराफीन वॉक्स (Paraffin Wax) अथवा नक़ली मोम निकाला जाता है। इसके सैकड़ों उपयोग हैं। इसकी मोमबत्ती बनती हैं, दियासलाई बनाने में इससे काम लिया जाता है, बिजली को प्रथक् करने का काम भी यही देता है और यह पॉलिश आदि भी करता है।

वस्त्रों की सूखी धुलाई में पेट्रोल से काम लिया जाता है। पेट्रोलियम मच्छरों को भी दूर करता है।

मिट्टी का तेल चट्टानों को छेद-छेदकर और उनमें लोहे के नल डाल-डालकर प्राप्त किया जाता है। यही लोहे के नल इसको अपनी खान से दूर-दूर तक ले जाते हैं। पहिले पहल नलों से तेल ले जाने के विचार को पसन्द नहीं किया जाता था। किन्तु अनेक प्रकार के अन्वेषणों के बाद इस सिद्धान्त को स्वीकार कर लिया गया और सन् १८८० ई० में एक सौ फुट लम्बा नल बनाया गया।

अन्त में स्टैण्डार्ड आएल कम्पनी ने अमरीका भर में नल बिछवा दिये, जिससे तेल सब कहीं सस्ता मिलने लगा।

समुद्र को जहाज़ों के समान पार करने वाली बड़ी-बड़ी टंकिया

जिन बर्तनों में तेल को विदेशों में भेजा जाता है उनको टैंकर कहते हैं। वह विशेष रूप से इसी उद्देश्य से वनाये जाते हैं।

इस समय अनेक देशों में आजकल के तेल के कुएं और नल की लाइनें लगी हुई हैं। यह अमरीका महाद्वीप में कनाडा से पेरू तक, रूस, मध्य योरोप और सुदूर पूर्व में जापान से वोर्नियो तक लगे हुए हैं।

ब्रिटेन को पेट्रोलियम ईरान की तेल की खानों से मिलता है। तेल उत्पन्न करने वाले देशों में ईरान का पाँचवा नम्बर है।

ब्रिटेन को ईरान में तेल के वास्ते ५ लाख वर्ग मील स्थान मिला हुआ है।

तेल कोयले से निकाला जावेगा

यह पहिले वतलाया जा चुका है कि संसार में तेल की अपेक्षा कोयला वहुत अधिक है। जिस समय संसार का तेल समाप्त हो जावेगा। मोटरों के वास्ते तेल कोयले में से निकाला जावेगा। कोक के वनाने में कोयले से वेंजोल (Benzol) नाम का पदार्थ पहिले ही उत्पन्न किया जा चुका है। यह एक हल्की स्पिरिट है और मोटरों

के काम में आ सकती है। किन्तु अभी एक टन कोयले से बहुत थोड़ा बेंज़ोल निकलता है। किन्तु यह बात आशा-जनक है कि कोयला पेट्रोल का स्थानापन्न हो सकता है। समय आने पर कोयले को किफ़ायत से खर्च किया जावेगा और तब उससे पेट्रोल निकाल कर मोटरों को चलाया जावेगा।

❀ ❀ ❀

चौबीसवाँ अध्याय

वाष्प और उसके आविष्कार

सहस्रों वर्षों से आग से पानी को उबाला जा रहा है। किन्तु उस बात पर किसी ने भी ध्यान नहीं दिया कि पानी वाष्प बनकर अधिक स्थान घेरने के लिए ऊपर को उड़ जाता है। वाष्प तरल की अपेक्षा १६०० गुने स्थान को घेरता है।

ईसामसीह से १०० वर्ष पूर्व अलेग्जेंड्रिया के हीरो ने एक साधारण घूमनेवाला एञ्जिन बनाया, किन्तु उसका किसी ने अनुकरण नहीं किया उसके पश्चात १७०० वर्ष तक इस विषय में कोई उन्नति नहीं की गई।

वाष्प गैस के रूप में पानी ही है। उसमें कोई रंग नहीं होता, न वह दिखाई ही दे सकता है। उसको चाहे जिस प्रकार घुमाया अथवा मोड़ा जा सकता है। दूसरे गैसों के समान यह भी बहुत अधिक फैलता है। कड़ाई से

निकलनेवाला सफेद बादल वाष्प नहीं होता। हवा के सम्पर्क से ठण्डा हो जानेवाले पदार्थ को वास्तव में वाष्प कहते हैं।

कढ़ाई को आँच पर रखने से क्या होता है?

जब हम किसी वस्तु को गरम करते हैं, तो वह फैल जाती है, और हल्की हो जाती है। यदि हम एक फुट लम्बे लोहे के टुकड़े को लेकर गरम करें तो वह अत्यन्त लाल होकर एक फुट से अधिक लम्बा हो जावेगा। इसी कारण रेल की पटरियों को बिछाते समय उनका किनारा एक दूसरी से नहीं मिलाया जाता। क्योंकि वह सूर्य की उष्णता से लम्बी हो जाती हैं। आरम्भिक पटरियाँ लम्बी होकर कमान के समान झुक गई थीं।

जब हम कढ़ाई को आँच पर रखते हैं, तो उसके नीचे की उष्णता पहिले नीचे के पानी को उष्ण करती है। यह उष्ण जल हल्का होकर ऊपर आ जाता है और उसका स्थान ठण्डा जल ले लेता है। इसी प्रकार वह फिर उष्ण होकर ऊपर चला जाता है, और कढ़ाई में पानी की लहरें ऊपर नीचे उठती रहती हैं। इस क्रिया को उबलना अथवा कनवेक्शन (Convection) कहते हैं।

जब पानी २१२ अँश फैरेनहीट अथवा १०० अँश सेंटी ग्रेड की उष्णता पर पहुँच जाता है, तो वह तरल नहीं

रहता। उस समय वह अदृश्य गैस बन जाता है, जिसको
हम वाष्प कहते हैं।

पर्वत के शिखर पर पानी क्यों शीघ्र उबलता है?

जिस समय पानी उबलने लगता है और वाष्प बनने
लगता है तो वाष्प के बुलबुले बन-बनकर पानी के तल पर
आने लगते हैं। यह इस कारण होता है कि अब वाष्प का
लचकीला पन कढ़ाई में की वायु के दबाव को जीत
लेता है।

यदि हम पर्वत के ऊपर जाकर पानी उबालने लगें तो
पानी कम तापमान में ही उबलने लगेगा। क्योंकि वहाँ
वायु का दबाव कम होता है और इसीलिए वाष्प वहाँ शीघ्र
बच निकलता है।

पानी की वाष्प बनाकर उससे एक एञ्जिन को चलाने
में भी यही होता है कि हम उष्णता को कार्य में परिणत कर
देते हैं। उष्णता और यन्त्रीय-शक्ति एक दूसरी से बदली
जा सकती हैं। जिस प्रकार उष्णता को बदलकर कार्य
बनाया जा सकता है, उसी प्रकार कार्य को बदलकर उष्णता
बनाया जा सकता है। यदि हम जोर लगाकर लकड़ी में
एक कील गाड़ें तो कील उष्ण हो जाती है। यदि हम एक
काँच को कपड़े में जोर से मलें तो काँच उष्ण हो जाता
है। क्योंकि उसमें भी बिजली भर जाती है। वास्तव में

शक्ति के सब रूप कार्य के ही रूप हैं और वह एक दूसरे का रूप धारण कर सकते हैं।

वाष्प के यन्त्र का आविष्कार

अलेग्जेंड्रिया के हीरो (Hero) के १५०० वर्ष के पश्चात् एक इटली निवासी ने बहुत कुछ हीरो के ही ढङ्ग पर वाष्प पर प्रयोग किए। उसके कुछ समय के पश्चात् एक और इटालियन ने एक प्रकार के वाष्प के पहिये का आविष्कार किया, जिसको वाष्प की टोंटी से घुमाया जाता था। इसके पश्चात् सन् १६६३ में मार्क्विस ऑफ वोरसेस्टर नाम के एक अँग्रेज ने वाष्प के नल (Steam pump) की रूपरेखा का वर्णन किया।

थॉमस सेवेरी (Thomas Savary) नाम के एक वीर ने सन् १६९८ में एक वाष्प का इञ्जिन (Steam Engine) बनाया। उसका एञ्जिन बिलकुल सीधा-सादा और प्रभावहीन था। सैवेरी ने केवल बड़े बेलनों अथवा सिलेण्डरों से काम लिया था। उनकी तली को पानी के नलों (Pipes) से जोड़ा गया था। पहिले सिलेण्डर में वाष्प भरी जाती थी और फिर पानी के झागों द्वारा वाष्प जम जाती थी, इससे सिलेण्डर में शून्याकाश (Vacum) हो जाता था, जिससे वायु का दबाव (Air pressure) पानी को नलों में खींच लेता था।

पानी के आ जाने पर एक पर्दा उसको वापिस जाने से रोक देता था।

वाष्प का प्रथम एञ्जिन

इसी समय डेलिस पैपिन (Denis Papin) नाम का फ्राँसीसी सिलेण्डर और पिस्टनों के विचार से काम लेता हुआ वाष्प के प्रथम एञ्जिन को बना रहा था। वह बुद्धिमान था, किन्तु इस कार्य में इङ्गलैण्ड के थॉमस-न्यूकोमेन (Thomas Newcomen) को अच्छी सफलता मिली। उसने कोयले की खानों में से पानी खींचने के लिए सिलेण्डर और पिस्टनों का ऐसा एञ्जिन बनाया, जिसमें उसने भट्टी अथवा बाएलर को (Boiler) को सिलेंण्डर से पृथक् रखा था।

इस एञ्जिन के आविष्कार से वाष्प के प्रयोगों में बड़ी उन्नति हुई, उसका यन्त्र वास्तव में पम्प था। सन् १७१० में उससे खानों में से पानी खींचा जाने लगा। उसकी वास्तविक शक्ति नीचे की चोट में थी। वह वायु के दबाव से काम करता था। हवा का दबाव एक वर्ग इञ्च में साढ़े सात सेर पड़ता है। इसमें वाष्प सिलेंडरों में पिष्टनों को उठाती थी। वाष्प भी बहुत थोड़े दबाव की काम में ली जाती थी। वायु के दबाव से काम करने के कारण इस एञ्जिन का नाम वायु का एँजिन (Atmosphiric Engine) पड़ गया।

इसमें उन्नति करनेवाला चतुर बालक

हम्फ्रे पॉटर (Hmphrey Potter) नामका एक लड़का एक एञ्जिन पर इस काम पर नौकर था कि खड़ा-खड़ा ठीक समय पर टोंटी को खोल और बन्द कर दिया करे। वह खिलाड़ी था और काम से जी चुराता था। अतएव वह चलती हुई वाष्प की किरणों के मार्ग में इस प्रकार रस्सियाँ और डाट लगा दिया करता था, कि वह स्वयं उसके पर्दे को खोल और बन्द कर दिया करते थे।

जेम्स वॉट के आविष्कार

दो शताब्दियों तक इसी एञ्जिन से काम लिया जाता रहा, जब जेम्स वाट (Jemes Watt) ने इसमें अच्छी उन्नति करके नवीन आविष्कार किया।

उसने जमानेवाला यंत्र (Condensor) प्रथक् बनाया। इस प्रकार सिलेंडर को स्वयं ठण्डा होने की आवश्यकता न रही। उसने पूर्व प्रथा से वाष्प-द्वारा शून्याकाश न बनाकर पिस्टनों को चलाने में वाष्प से ही काम लिया, फिर उसने चक्राकार गति (Circular Motion) को बदलने के लिए धुरी की मोड़ (Crank) और जोड़ने के दण्डे (Connecting rod) का आविष्कार किया।

इसके अतिरिक्त उसने दोहरे कार्य्य के एञ्जिन (Double action Engine) का आविष्कार किया, इसमें वाष्प

पहिले सिलेंडर में पिस्टनों की ओर जाती थी और तब बारी से दूसरी ओर जाती थी, उसने एक फैलनेवाले एंजिन (Expansion Engine) का आविष्कार किया। इसका सिद्धान्त यह था कि पूरी चोट में भी सिलेंडर में वाष्प नहीं जाने दी जाती थी बल्कि काट दी जाती थी, जिससे पिस्टन वाष्प के फैलने से अन्त तक चलें। इसमें वाष्प की बचत होती थी और काफ़ी किफ़ायत होती थी।

कम्पाउण्ड एंजिन का आविष्कार

अतएव वाष्प के इतिहास में वाट के आविष्कार अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। उसके पश्चात् अनेक परिवर्तन हुए और उन्नति भी हुई, किन्तु उसके मुख्य सिद्धान्त में परिवर्तन नहीं किया जा सका।

सन् १७८१ में हॉर्नब्लोअर (Hornblower) नाम के एक एंजीनीयर ने एक कम्पाउण्ड एंजिन (Compound Engine) में वाष्प की फ़ैलनेवाली शक्ति का पूरा उपयोग किया। कम्पाउण्ड एञ्जिन में दो सिलेंडर होते हैं—एक बड़ा, दूसरा छोटा, वाष्प छोटे सिलेंडर में काम करके बड़े में ले जाई जाती है; जहाँ फ़ैलती हुई वह शक्ति के समाप्त होने के पूर्व ही दूसरे पिस्टन को चलाती है, इस प्रकार वाष्प के प्रत्येक अंश से काम लेकर कार्य को और सस्ता किया गया।

जार्जस्टेफेन्सन का आविष्कार

बॉएलर वाष्प के एंजिन का अत्यन्त महत्वपूर्ण भाग होता है। इसमें भट्टी होती है जो पानी की वाष्प बनाती है। ज्यों-ज्यों एंजिनों में उन्नति होती गई बॉएलर भी बलवान् बनाए जाने लगे। जार्ज स्टेफेन्सन)George Stephenson) ने बॉएलरों के अन्दर नलों को लगाया, जिससे पानी की शीघ्र-से-शीघ्र वाष्प बनाई जा सके। उसके समय से पानी के नलवाले बाएलरों का आविष्कार किया गया, इनमें उष्णता के स्थान में पानी को नलों द्वारा ले जाया जाता था।

इन बातों से वाष्प के चलनेवाले एंजिनों अथवा स्टीम लोकोमेटिवों (Steam Locomotives) का महत्व समझ में आ सकता है। सब से पहिला लोकोमेटिव रिचर्ड ट्रेविथिक (Richard Trevithick) ने निकाला था। उसमें एक सीधा सिलेंडर और एक बड़ा घूमनेवाला पहिया था। जोड़नेवाले दण्डे से जुड़ा हुआ पिस्टन ऊपर और नीचे होता हुआ चलानेवाले पहिए (Driving wheel) को धुरी के मोड़ (Crank) को चलाता था।

बाद के प्रयोगों में ट्रेविथिक ने अपने एंजिन के प्रथम नमूने में बड़ी भारी उन्नति की।

सन् १८१३ में हेडले (Hedley) ने उस प्रसिद्ध एंजिन को बनाया जिसको पफिंग बिली (Puffing Billy)

कहते हैं और जो इंगलैंड के साउथ केंसिंगटन (South Kensington) नगर में अब भी रखा हुआ है। इसमें बॉएलर के दोनों ओर दो सीधे सिलेंडर होते हैं। पिस्टन के दण्डे किरण (Beam) को चलाते हैं, जो सड़क पर चलनेवाले चारों पहियों में जोड़नेवाले लम्बे दण्डे, क्रैंक, दाँतवाले पहिए के द्वारा गति को करती है। खराब वाष्प सामने को चिमनी में से निकल आती थी।

इनके पश्चात् जार्ज स्टेफेंसन उत्पन्न हुआ। उसने इन अपूर्ण विचारों को लेकर विकसित किया, जो अपने आवश्यकरूप में आजकल का रेलवे एंजिन है।

स्टेफेनसन ने अपना प्रथम एंजिन सन् १८१४ में बनाया। किन्तु उसको अपने रॉकेट (Rocket) नाम के एंजिन में सफलता सन् १८२९ ई० में जाकर मिली।

राकेट में दो सिलेंडर थे और यह दोनों एंजिन के दोनों ओर लगे हुए थे। पिस्टन के दण्डे (Piston rods) जोड़नेवाले दण्डे (Connecting Rods) को चलाते थे। यह दण्डे चलाने के पहियों के आरे (Spokes) में पिनों से लगे होते थे। स्टेफेनसन ने ताम्बे के तीन इञ्च मोटे पच्चीस नलों से काम लिया, जो भट्टी की उष्णता को बाएलर के एक किनारे से चिमनी तक ले जाते थे। रॉकेट की गति २८ मील प्रति घण्टा थी।

वाष्प के जहाजों का आविष्कार

जिस समय रेलवे एंजिनों का आविष्कार किया गया, लगभग उसी समय वाष्प के जहाजों का आविष्कार भी किया गया। क्योंकि सन् १८०१ में फोर्थ (Forth) और क्लाइड (Clyde) नहरों में विलियम साइमिंगटन (William Symington) की वाष्प की नाव डाली गई थी। वह प्रबल आँधी के विरुद्ध भी तीन मील प्रति घण्टे की चाल से दो जहाजों को ले जाती थी। सन् १८०७ में रॉबर्ट फुल्टन (Robert Fulton) ने जेम्स वाट के कारखाने से एंजिन मंगवाकर अमरीका की ईस्ट हडसन नदी में वाष्प का जहाज़ चलाया था। समुद्र में वाष्प का सब से पहिला जहाज़ सन् १८०६ में चला था। यह होबोकेन (Hoboken) से फिलाडेल्फिया (Philadelphia) तक गया था। यह घटना राकेट के आविष्कार से बीस वर्ष पहिले की है। जार्ज स्टेफेनसन की बड़ी भारी सफलता से बहुत पहिले ही इंगलैंड और अमरीका दोनों देशों में वाष्प के छोटे-छोटे जहाज चला करते थे। सन् १८३३ में वाष्प के जहाज़ (Steamships) इंगलैंड की डाक को फ्रांस, हॉलैण्ड और जर्मनी तक ले जाने लगे। सन् १८१६ में सवाना (Savannah) नाम के जहाज़ ने पच्चीस दिन में ऐटलांटिक महासागर को पार किया था। ब्रूनेल (Brunnel) ने ग्रेट वेस्टर्न (Great

Western) नाम के जहाज़ को सन् १८३८ ई० में बनाया था।

वाष्प के यह सब जहाज़ पैडिल-व्हील (Paddle-wheels) के प्रोपेलरों (Propellers) अथवा पङ्खों से चलते ये, यद्यपि यह सम जल में अच्छे चलते थे, किन्तु ज्वार भाटे में उनको कठिनता पड़ती थी। इनके पश्चात् स्क्रू (Screw) के प्रापेलर सन् १८३६ में निकाले गये। यह सब अवस्थाओं में अच्छे चलते थे। इसके नौ वर्ष के पश्चात् दो छोटे जहाज़ों को एक साथ बाँधकर अन्तिम परीक्षा की गई। एक को पैडिल-व्हील में लगाया गया था और दूसरी को स्क्रू प्रापेलट में लगाया गया था। इसके पश्चात् दोनों जहाज़ों को यह देखने के लिए, विरोधी दिशाओं में भेजा गया कि कौन अधिक शक्तिशाली प्रमाणित होता है,स्क्रू वाला जहाज सुगमता से जीत गया।

सन् १८७० में वाष्प के छोटे जहाज़ों के मुकाबले में प्राचीन काल के जहाज़ों (Sailing Ships) का बनाना बहुत कम होगया। उसके वीस वर्ष के पश्चात् सन् १८९० में ब्रिटेन के जहाज़ों में पाँच वाष्प के बनते थे तो एक जहाज़ पुराने ढङ्ग का बनता था। बीसवीं शताब्दी में पुराने जहाज़ों का बनाना एकदम बन्द कर दिया गया।

टर्बाइन का महत्वपूर्ण आविष्कार

वर्तमान समय का वाष्प का सबसे अधिक महत्वपूर्ण

आविष्कार टर्बाइन (Turbine) का है। यह एक इञ्जिन होता है, जिसमें धुरा अपने आप सीधा घूमता है। यह चक्राकार गति में इधर-उधर करके नहीं घुमाया जाता। यहाँ हम हीरो के प्राचीन इञ्जिन के पास जा पहुँचते हैं।

टर्बाइन का समझना बहुत सुगम है। धुरे (Axle) में एक पहिया लगा होता है, जिसका किनारा एक डोलची (Bucket) अथवा झुके हुए दस्ते से ढका होता है। वाष्प की टोंटी (Jets) इन्हीं पर काम करती हैं और इस प्रकार पहिया और धुरा घूमते हैं, देखने में यह सिद्धान्त सुगम जान पड़ता है, किन्तु कार्यरूप में परिणत करने में टर्बाइन में अनेक कठिनाइयाँ हैं।

इसको व्यवहारिक रूप ब्रिटिश इञ्जीनियर सर चारलेस पार्सन्स (Sir Charles Parsons) ने दिया था। जहाजों के लिए यह बड़ा उपयोगी होता है। जंगी जहाज इसी से चलाये जाते हैं। दृढ़ता से चलने के कारण यह बिजली के काम में भी उपयोगी होता है। बड़े-बड़े बिजली घरों में आजकल इसीसे काम लिया जाता है।

किन्तु इन सब आविष्कारों के होते हुए भी वाष्प का स्थान बिजली शीघ्रता से लेती जा रही है।

* * *

एक्कीसवाँ अध्याय

गैस और उसके आविष्कार

गैस बड़ा आश्चर्यजनक शब्द है। क्योंकि वास्तव में पुद्गल (Malter) का प्रत्येक रूप गैस बन सकता है।

पानी के विषय में हम इसको नित्य देखते हैं। हम जानते हैं कि ठोस होने पर पानी वरफ़ बन जाता है, तरल अवस्था में जल रहता है और गैस अवस्था में वाष्प बन जाता है। वरफ़, जल और वाष्प तीनों एक वस्तु हैं। किन्तु तापमान के कारण उसके भिन्न-भिन्न रूप हो जाते हैं।

यही सिद्धान्त प्रत्येक दूसरी वस्तु में भी लागू होता है। लोहा भी अत्यंत उष्ण किया जाने पर तरल बन जाता है और यदि उसको और भी उष्ण किया जावे तो वह गैस बन जाता है। इन जलते हुए तारों में लोहा तथा अन्य धातुएँ गैस रूप में विद्यमान हैं।

हमारे रहने के समान्य तापमान में ही कुछ वस्तुएँ ठोस (Solid) कुछ तरल (Liquid) और कुछ गैस

रूप हैं। यदि कोई तारा हमारी पृथ्वी को छू दे तो हमारा सारा गोला एकदम गैस रूप हो जावे। क्योंकि उस टक्कर से तापमान अत्यधिक बढ़ जावेगा।

गैस में पानी से यह विशेषता होती है कि पानी के बर्तन में रक्खा रहने में कोई बाधा नहीं आती। किन्तु गैस का स्वभाव फैलने का है। यदि उसको किसी बर्तन में रक्खा जावे तो वह फैलते-फैलते सब बर्तन में भर जावेगा, और फिर फैलते-फैलते उसके मुख में से निकलने लगेगा। अतः गैस के बर्तन को कड़ा डाट अथवा शीशी को लगाकर रखना पड़ता है। इसी कारण पानी के उबलने पर पानी के बर्तन का ढकना ऊपर नीचे कूदा करता है। आपने इस फैलने के गुण के कारण ही वाष्प नल में से अपने पानी में से इञ्जिन में चली जाती है और इसी कारण इञ्जिन के सिलेन्डर में पिस्टन ऊपर और नीचे उठते तथा गिरते हैं।

कुछ गैस ऐसे हैं, जिनको वैज्ञानिक तत्व (Elements) कहते हैं। इनकी टूटकर दूसरी वस्तुएँ नहीं बन सकतीं। इनमें से ओषजन (Oxygen), हाईड्रोजन (Hydrogen) और नत्रजन (Nitrogen) विशेष प्रसिद्ध हैं। यह सब गैस बिना रङ्ग और गन्ध के हैं। हमारे साँस लेने की वायु मुख्य रूप से हाईड्रोजेन और नत्रजन की बनी होती है। अन्य समस्त प्राणियों के समान हमारे

शरीर मुख्य रूप से ओषजन, हाईड्रोजेन, नत्रजन और कारबन के बने होते हैं।

दूसरे गैस भिन्न-भिन्न गैसों के मिश्रण अथवा गैसों और दूसरी वस्तुओं के मिश्रण हैं। इन मिश्रण गैसों में कारबन डायोक्साइड (Carbon Dioxide) अत्यंत प्रसिद्ध है। यह गैस भारी होता है। इसमें रङ्ग नहीं होता और गन्ध भी नाम मात्र की ही होती है। जब कभी कारबन अथवा कारबन वाली वस्तु जलती है तो हवा में ओषजन कारबन में मिल जाता है। १२ भाग कारबन में ३२ भाग ओषजन मिल जाता है, उसको कारबन डायोक्साइड कहते हैं। यह बात कितनी विचित्र है कि दो बिना रङ्ग के गैस ओषजन और हाईड्रोजेन से रङ्ग वाला पानी बनता है। ओषजन और लोहे से लोहे का जंग (Oxide of Iron) बनता है।

हमारे शरीर की उष्णता को बनाये रखनेवाले गैस

कुछ गैस हवा में तुरन्त जल उठते हैं, कुछ नहीं जलते। गैसों में सबसे हलका हाईड्रोजन होता है। यह गैस तुरन्त जल उठता है। कारबन डायोक्साइड हवा में नहीं जलता, न साधारण जलने योग्य वस्तु इसमें जलती हैं; इसमें से चिंगारियाँ अवश्य निकलती हैं।

हमारे शरीर में एक प्रकार का कारबन जलता रहता है, इसीसे हम उष्ण बने रहते हैं। जलने वाली वस्तु कार-

वन डायोक्साइड है। यह हमारे रक्त में से फेफड़ों के अन्दर आकर बाहर निकल जाता है।

यदि हम प्रकाश और शक्ति के काम में गैस के उपयोग को समझना चाहते हैं तो उपरोक्त बातों को समझ लेना अत्यंत आवश्यक है। हमारे घरों को प्रकाशित करने वाला सामान्य गैस कोयले में से शुद्ध करके निकाला जाता है। कांक (शुद्ध कोयल) को उष्ण करके उसके ऊपर से वाष्प को निकालने और उसमें गैस मिलाने से वाटर गैस बनता है। कोयला यद्यपि मुख्य रूप से कारबन से बनता है तो भी इसमें हाईड्रोजेन, ओषजन (Oxygen), नत्रजन (Nitrogen), गंधक (Sulphur), पानी, थोड़ा सिलीका (Silica) तथा कुछ अन्य ऐसे निर्जीव पदार्थ होते हैं, जो जलते नहीं।

खानों के अन्दर के प्राणघातक गैस

कोयले में थोड़े बहुत स्वतन्त्र गैस भी होते हैं। स्वतन्त्र गैस उनको कहते हैं जो अन्य रासायनिक पदार्थों में न मिलें। कोयले में नत्रजन (Nitrogen) कारबन, डायोक्साइड और मेथेन (Mathane or Marsh Gas) स्वतन्त्र गैस हैं। खान वाले कारबन डायोक्साइड को गला घोंटने वाला और मेथेन को जलाने वाला कहा करते हैं। कारबन डायोक्साइड अधिक परिमाण में साँस रोक देता है और

मेथेन को वायु में मिलाकर आग छुवा देने से वह जल उठता है। सब कोयला एक प्रकार का ही नहीं होता। किसी में कोई गैस अधिक होता है तो किसी में कुछ अन्य वस्तु अधिक होती है।

सतरहवीं शताब्दी में डाक्टर क्लेटन (Dr. Clayton) नाम के एक वैज्ञानिक ने कोयले को एक बन्द बर्तन में गरम करके उससे गैस निकाला था। किन्तु उस समय इस आविष्कार की ओर किसी ने ध्यान नहीं दिया।

विलियम मरडॉक और उसके भयंकर प्रयोग

वाष्प के विषय में विलियम मरडॉक (William Murdock) के प्रयोगों के विषय में पीछे कहा जा चुका है। कोयले के गैस से मकान में प्रकाश करने का कार्य भी उसी ने सब से प्रथम लिया था। उसने भी आरम्भ में डाक्टर क्लेटन की विधि से ही कोयले में से गैस निकाला था। किन्तु उसको इतने से सन्तोष न हुआ और वह गैस निकालने के अन्य उपाय सोचने लगा। वह अनेक प्रकार के प्रयोग किया करता था और गाँव के बच्चे उसके घर के छेदों में से झांका करते थे।

अंगुश्तरी को प्रकाशित देखनेवाला लड़का

एक दिन मरडॉक घर से बाहिर आया तो उसने वहाँ कई लड़कों का खड़े देखा। उसने विलियम साइमण्ड्स

नामक एक लड़के से बाजार से एक अंगुश्तरी मोल ला देने को कहा, विलियम चला गया और फौरन वापिस आ गया। अंगुश्तरी जल्दी न निकालने के कारण लड़के को अन्दर आ जाने का अवसर मिल गया।

मरडाक ने अपना द्वार बन्द करके कढ़ाई में भरे हुए कोयले को जलाया। उसमें से निकलने वाले गैस को वह एक धातु के वर्तन में एकत्रित करता जाता था। उस वर्तन में एक नली लगी थी, नली के अन्त में उसने अंगुश्तरी को बाँध दिया, जिसमें उसने पहिले एक दो छेद कर दिए थे। अब उसने गैस को नली और अंगुश्तरी में से निकलने का मार्ग दे दिया और उसे प्रकाश से छुवा दिया। गैस बड़े जोर से प्रकाशित होगया, लड़का यह सब तमाशा देखता रहा।

इसके पश्चात् मरडॉक एक रबड़ की थैली को गैस से भरने लगा। उसकी गरदन में वह एक धातु की नली को लगा देता था और उसके अन्दर से आनेवाले गैस को जलाकर उससे प्रकाश का काम लेता था, और अपने कमरे को रात-भर प्रकाशित रखता था। उस समय सीधे-सादे गाँववाले मरडॉक को जादूगर समझा करते थे।

गैस के द्वारा प्रथम प्रकाशित होनेवाली कार्नवाल की झोंपड़ी

सन् १७३५ में मरडाक ने घर को प्रकाशित करने

योग्य पर्याप्त गैस बना लिया। सबसे प्रथम गैस का प्रकाश उस निर्धन स्कॉटलैण्ड वासी की कार्नवाल की झोंपड़ी ही गैस से प्रकाशित हुई।

यहाँ सफल होने पर मरडाक ने बरमिंघम के पास सोहों में अपने स्वामी के मकान को गैस से प्रकाशित किया। सन् १८०२ में इंगलैण्ड और फ्रांस का युद्ध समाप्त हो गया और इसकी प्रसन्नता में सब स्थानों में दिवाली मनाई गई। इस समय गैस से सार्वजनिक कार्य लिया गया।

गैस से भरा हुआ वर्तन चूल्हे में रख दिया गया। उसमें से नली बाहिर दूकान तक ले जायी गई, जहाँ ताँबे के दो बर्तनों में गैस जल रहा था। लोग इसको देखकर कोई नयी आतिशबाज़ी समझते थे।

मरडॉक के स्वामी को यह प्रकाश इतना अच्छा लगा कि उसने अपने कारखाने में भी इसका प्रकाश किया। इसके पश्चात् मानचेष्टर के एक कारखाने ने सन् १८०६ में मरडाक से अपने यहाँ गैस का प्रबन्ध करवाया।

विंसर नाम के एक जर्मन ने भी लन्दन में अपने यहाँ गैस लगवाया। वह चाहता था कि पार्लमेंट एक कानून बनाकर गैस का प्रयोग सब के लिए आवश्यक कर दे। वह एक कम्पनी बनाकर उस कम्पनी को ही गैस के प्रकाश के प्रबन्ध का अधिकार दिलाना चाहता था, यद्यपि पार्लमेंट ने उसकी एक न सुनी, किन्तु सन् १८१० में एक और

कम्पनी ने लन्दन में गैस लगाना आरम्भ किया।

गैस के विचार पर हँसनेवाले महान् पुरुष

पहिले इसमें सफलता नहीं मिली। जनता को गैस में विश्वास नहीं था। अनेक लोगों ने हँसी भी उड़ायी, किन्तु कम्पनी बनने तक विंसर शान्त रहा।

सन् १८१३ में वेस्टमिंस्टर पुल (Westminster Brigde) पर गैस का प्रकाश किया गया। लोग समझते थे कि नल में आग ज़ोर से धधक रही है, और वह टोंटी खोलते ही निकल पड़ती है। पार्लमेंट के सदस्य दस्ताने पहन-पहनकर नलों को छूते थे।

गैस के प्रकाश का सार्वजनिक प्रचार

किन्तु बहुत दिनों तक हानि किसी को नहीं हुई, अब जनता का विश्वास धीरे-धीरे गैस में जमने लगा। सन् १८१७ में ग्लासगो नगर ने, और सन् १८१८ में लीवर-पूल और डबलिन ने गैस के प्रकाश को स्वीकार किया। अन्य नगरों ने उनका शीघ्र ही अनुकरण किया। मरडॉक ने इससे कोई लाभ नहीं उठाया। वह काम करके जो पैसा कमाता था उसी में संतुष्ट रहता था।

सन् १८१० में लन्दन में गैस का प्रकाश लगाने वाली कम्पनी का नाम लन्दन गैस लाइट एण्ड कोक कम्पनी (London Gas Light & Coke Company)

था। यह अब तक काम कर रही है और लन्दन में लाखों व्यक्तियों को गैस दे रही है।

गैस बनानेवाली भयंकर उष्णता

आरम्भ में कोयले को गरम करने के सब बर्तन लोहे के होते थे। गैस के बनाने के वास्ते अत्यधिक उष्णता की आवश्यकता पड़ती है। कोयले को उबलते हुए पानी से १०गुनी उष्णता की आवश्यकता होती है। लोहे को इतनी उष्णता सहने में दिक्कत पड़ती थी।

लोहे के बाद फाइरक्ले (Fireclay) के बर्तनों से काम लिया गया, क्योंकि वह लोहे की अपेक्षा कहीं अधिक उष्णता सह सकते हैं। लोहा १४०० अंश फौरेनहीट उष्णता सहता था तो फाइरक्ले २००० अँश फारेनहीट को सहन कर लेता था। लोहे के बर्तन ६ फुट के बर्तन थे, किन्तु फाइरक्ले के बीस फुट के बनने लगे।

गैस बनाने में नवीन आविष्कार

जब क्लेटन और मरडॉक ने कोयले को गरम किया था तो बर्तन को सीधा रखकर नीचे से ही आँच देते थे। किन्तु अब आँच चारों ओर से ही दी जाने लगी। गैस निकले हुए कोयले को कोक (Coke) कहते हैं, अब इसको भी पृथक किया जाने लगा।

अब उन बर्तनों को कोयले के स्थान पर गैस की ही

उष्णता दी जाती है और वह सीधे ही रखे जाते हैं।

किन्तु इस पद्धति में और उन्नति की गई। अब कोयला बर्तनों में अपने आप चला जाता है और उनसे कोक स्वयं ही पृथक हो जाता है।

गैस-निर्माण में मिलनेवाली उपयोगी वस्तुएँ

गैस के बनाने में कोयले को अत्यधिक उष्णता से तोड़ा जाता है, इसको प्रायः कारबन बनाना (Carbonisation) भी कहते हैं। इस प्रकार टूटकर कोयले के दो मुख्य भाग हो जाते हैं। एक तो उड़ जानेवाला अथवा वोलैटाइल (Volatile or evaporating part) और दूसरा ठोस, इसमें मुख्यरूप से कारबन होता है, जिसको कोक (Coke) कहते हैं।

उड़ जानेवाले भाग में अनेक वस्तुएँ होती हैं, जिनमें से सभी उपयोगी होती हैं और उन सभी को सावधानी से बचाकर रक्खा जाता है। इस प्रकार गैस बनाने की प्रक्रियामें गैस के अतिरिक्त अन्य बहुत-सी वस्तुएँ बनती हैं—

१—गैस, जलाने के लिए। इसमें अनेक प्रकार के जलनेवाले गैस होते हैं।

२—कोक, यह लकड़ी के समान जलाने के काम में आता है।

३—दूसरे पदार्थ, जिनमें बीरोजा (Tar) और एमोनिया भी होते हैं।

बीरोजा देखने में बड़ा भद्दा, काला, चिपकनेवाला और तेज़ गन्ध का होता है। किन्तु यह बड़ी क़ीमती वस्तु है। इसमें से बहुत से रंग, रोग-निवारक पदार्थ, औषधिआँ और सुगन्धि आदि बनती हैं।

गरम करने पर कोयला अर्द्ध-तरल (Semi-fluid) हो जाता है। उसमें से केवल चमकनेवाला गैस ही नहीं निकाला जाता, वरन् वाष्प (Steam) भी निकाली जाती है। क्योंकि कोयले में कुछ-न-कुछ पानी अवश्य होता है। अमोनिया, छोटे-छोटे टुकड़ों के रूप में बीरोजा (Tar) कारबन डायाक्साइड, एक बड़ी भद्दी गन्धवाला गैस हाइड्रोजेन सलफ़ाइड (Hydrogen Sulphide) और दूसरे रूपों में गन्धक निकाला जाता है।

कोयले को उष्ण करने पर प्रत्येक १०० भाग में से निम्न परिमाण के पदार्थ निकलते हैं—

चमकनेवाली गैस के भाग	१७
कोक के भाग	७०
बीरोजा (Tar) के भाग	५
अमोनिया आदि के भाग	८

एक टन कोयले में से १० सहस्र घन फुट प्रकाश देने-वाला गैस निकलता है।

गैस को शुद्ध करने की विधि

इन उष्ण करने के बर्तनों के ऊपर बहुत से नल लगे

होते हैं, जिनको जमानेवाला अथवा कण्डेन्सर (Condensor) कहते हैं। गैस, वीरोजा और अमोनिया इन्हीं नलों में से धीरे-धीरे निकल आते हैं। इन नलों को ठण्डा रक्खा जाता है। इन नलों में ही गैस में से वीरोजे और अधिकांश अमोनिया को पृथक् किया जाता है। चमकनेवाला गैस अब भी अशुद्ध रहता है। इसके ऊपर एक धोने की प्रक्रिया की जाती है। गैस-जैसी सूक्ष्म वस्तु का धोना सुनने में बड़ा विचित्र जान पड़ता है। पानी में गैस के बुलबुले छोड़े जाते हैं। पहली बार धोने में हल्के अमोनिया के पानी से काम लेते हैं, उस समय हाइड्रोजेन सलफ़ाइड और कारबन डायोक्साइड पृथक् हो जाते हैं। दूसरी बार अमोनिया को धोने के लिये शुद्ध जल से काम लिया जाता है।

किन्तु अशुद्धि अब भी रह जाती है। प्रथम गैस रोकनेवाला और हानि-प्रद होता है और दूसरा दम घोंटनेवाला होता है। इसका केवल जलना ही कठिन नहीं है, वरन् यह चिङ्गारी को बुझा भी देता है।

इन को साफ़ करने के लिये गैस को बारीक चलनी से छाना जाता है।

इस प्रकार हमको गैस मिलता है। इसमें भी १००० अंशों में से हाइड्रोजेन ४८ भाग, मेथेन ३३ भाग, भिन्न-भिन्न हाइड्रो-कारबन (Hydro-Carbon) १२ भाग,

कारबन-मोनोक्साइड (Carbon-Monoxide) ६ भाग तथा अन्य गैस १ भाग।

गैस एकत्रित करने की बड़ी-बड़ी टङ्कियाँ

गैस को बड़े-बड़े पीपों में एकत्रित किया जाता है, जिन को गैसोमीटर (Gasometers) कहते हैं। पीपे एक बड़ी टङ्की में रक्खे जाते हैं, इसके अन्दर एक और टङ्की होती है, जिस में जल रहता है। इस प्रकार एक टङ्की में ही ऊपर गैस और नीचे पानी रहता है। कभी-कभी गैस की यह बड़ी टङ्कियाँ सौ-सौ गज़ की लम्बी होती हैं।

महायुद्ध के पश्चात् एक और गैस बनाया गया, जिसको पानी का गैस (Water gas) कहते हैं। इसको भी कोयले के गैस में मिला दिया गया। कोयले के गैस के समान पानी के गैस का पता भी बहुत पहले ही लग चुका था। ख़ुश्क वाष्प को दहकते हुए कोक के ऊपर से निकालने से यह गैस बनता है। इस प्रक्रिया में वाष्प में का ऑक्सीज़न कोक के कारबन से मिल जाता है, जिस से वह कारबन मोनोक्साइड नामका गैस बन जाता है। वाष्प में का हाइड्रोजेन भी छूटकर कारबन-मोनोक्साइड में ही मिल जाता है। प्रकाश लेने के लिये इस पानी के गैस में चमकनेवाला हाइड्रोजेन-कारबन मिट्टी के तेल की वाष्प बनाकर लिया जाता है। तेल के इस गैस को पानी के गैस में मिला देते हैं।

इस प्रकार घरों में काम आनेवाले गैस में कोयले और पानी दोनों का गैस मिला होता है। और यह बात अत्यन्त महत्वपूर्ण है, क्योंकि पानी के गैस के १०० भाग में ३३ भाग कारबन मोनाक्साइड होता है, जब कि कायले के १०० भागों में इसके केवल ६ भाग ही होते हैं।

पानी के गंधरहित गैस की प्राणघातकता

कारबन मोनोक्साइड बड़ा भयङ्कर विष है। कोयले का गैस भी भयङ्कर होता है। किन्तु उसमें एक तेज़ गंध होती है, जिससे उसको सूंघते ही मनुष्य सावधान होकर उससे बच जाता है। कारबन मोनोक्साइड रक्त में विष उत्पन्न कर देता है। यदि कमरे की हवा में यह गैस थोड़ा भी मिल जावे तो मनुष्य तुरन्त मर जावेगा। इस गैस में गंध भी नहीं होती, अतएव इस बात की विशेष सावधानी रखनी चाहिए कि गैस का कोई अंश हंडे, नली अथवा टंकी में से कहीं निकलता न हो। गैस के थोड़ा निकल जाने से ही सन् १९२२ में लिवरपूल और लंदन में अनेक व्यक्तियों की मृत्यु होगई थी।

गैस के द्वारा भोजन बनाना

साधारण गैस अथवा व्यापारिक गैस का अनेक प्रकार से उपयोग किया जाता है। भोजन बनाने में यह समय की बड़ी भारी बचत करता है। गैस से भोजन बनाने में उष्णता

की आवश्यकता होती है, प्रकाश की नहीं। गैस को बुनसेन के चूल्हे अथवा बुनसेन बर्नर (Bunsen Burner) में जलाया जाता है। उनके आविष्कारक बुनसेन (Bunsen) नाम के प्रसिद्ध वैज्ञानिक थे। इस बर्नर में गैस में वायु को मिलाया जाता है, जिससे बिना धुवें की लपट निकलती है, जिसमें प्रकाश कम और उष्णता अधिक होती है।

इस आविष्कार से ही गैस से भोजन बनाने के स्टोव (Stove) और अंगीठियाँ (Heater) बन सकी हैं। इसी से गैस के प्रकाश की चमक बहुत अधिक बढ़ गई है। बहुत वर्षों तक गैस का प्रकाश मन्द रहा, किन्तु अब उसका प्रकाश बड़ा उत्तम होता है। गैस का नया चमकीला प्रकाश केवल अधिक चमकीला ही नहीं होता वरन् स्वास्थ्यदायक भी होता है। क्योंकि यह ऑक्सीजन को कम जलाता है और अशुद्धि भी कम उत्पन्न करता है।

गैस की विस्फोटक प्रकृति

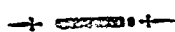
गैस की विस्फोटक प्रकृति उसको लाभ-प्रद और हानिप्रद दोनों ही बनाती हैं। क्योंकि गैस से अच्छे और बुरे दोनों ही काम लिये जाते हैं। उदाहरण के लिये गैस का एँजिन भी विस्फोट से ही काम करता है। इस घटना से लाभ उठाकर ही—गैस और वायु को मिलाने से विस्फोटक

बनता है—गैस को विस्फोटक सिलेंडर में डालकर पिस्टनों को धक्का दिया जाता है।

जिन देशों में मिट्टी का तेल अधिक उत्पन्न होता है वहाँ मिट्टी के तेल की खान से ही स्वाभाविक गैस भी अत्यधिक परिमाण में निकलता है। इस स्वाभाविक गैस से अनेक प्रकार के व्यापारों में बहुत काम लिया जाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में इस गैस से बहुत काम लिया जाता है।

'गैस व्यापार का भविष्य क्या होगा', यह कहना अत्यंत कठिन है। निःसन्देह कोयले को जलाने लिये उसका अधिक-से-अधिक कारबन बनाया जावेगा। भविष्य में जलाने का ठोस, तरल और गैस तीनों ही प्रकार के पदार्थों से काम लिया जावेगा। उस समय कच्चे कोयले को जलाना अत्यन्त हानिप्रद समझा जावेगा। अनेक प्रकार की उन्नतियों में गैस अभी अत्यन्त महत्वपूर्ण कार्य करता रहेगा।

❀ ✻ ❀

छब्बीसवाँ अध्याय

जहाज़

अपने इञ्जिन, अपने अन्दर के आवागमन के मार्गों, अपने बेतार, आमोद प्रमोद, बिजली, हवा लेने की पद्धति और अपने अनेक आश्चर्यों सहित जहाज़ वर्तमान सभ्यता का सच्चा प्रतिनिधि है।

जल-यानों में वाष्प का प्रयोग होते ही समुद्र जीवन में क्रान्ति मच गई। लकड़ी के स्थान में लोहा और इस्पात से जहाज़ों के निर्माण में काम लिया गया। बिजली और बेतार के आविष्कारों ने तो समुद्री जीवन को एकदम आश्चर्यमय बना दिया। आजकल का जहाज़ समुद्र के अन्दर एक स्वावलम्बी नगर है, जिसमें सब आवश्यकताओं की पूर्ति होती है।

जहाज़ पर कोई वस्तु व्यर्थ नहीं होती। प्रत्येक वस्तु का कुछ-न-कुछ महत्त्वपूर्ण प्रयोजन होता है।

जहाज़ अपने असली रूप में एक यात्रा करने वाला

नगर होता है। इस चलते-फिरते नगर में राजनीतिज्ञ, करोड़पति, डाक्टर, बैरिस्टर, सैनिक, व्यापारी, यात्री, अन्वेषक, प्रोफेसर और लेखक प्रत्येक प्रकार के स्त्री, पुरुष और बच्चे यात्रा करते हैं। इस नगर में उनकी सभी आवश्यकताओं की पूर्ति की जाती है। इनमें प्रत्येक प्रकार का भोजन इस प्रकार एकत्रित रहता है कि वह सदा मीठा और ताजा बना रहता है और उसको प्रतिदिन सेवन किया जा सकता है। ताजा दूध तक जहाज़ों में इसी प्रकार रखा जा सकता है। यह जमाकर सख्त कर लिया जाता है। जब कभी दूध की आवश्यकता होती है, उसमें से थोड़ा सा काटकर उसको घोल लिया जाता है। कुछ जहाज़ों पर दूध के चूर्ण से भी काम लिया जाता है। जहाज़ पर एक यन्त्र को आइरनकाउ (Iron cow) अथवा लोहे की गाय कहते हैं। इसकी सहायता से उस दूध में गरम जल मिलाकर उसको ताजा दूध बना लिया जाता है।

जहाज़ पर दूसरी समस्या जल की होती है। समुद्र के जल को नलों के द्वारा खैंचकर उससे नहाने, धोने और सफ़ाई का काम लेते हैं। बन्दरगाह में पहुँचने पर जहाज़ के अनेक भागों में लगी टंकियों को पीने के ताज़े पानी से भर लिया जाता है। बहुत लम्बी यात्रा पर प्रायः जल थोड़ा पड़ जाता है। तब दूसरे उपायों से जल प्राप्त करना पड़ता है। ऐसी परिस्थिति में समुद्र के जल को ही वाष्पी-

है तो उसके लिए भी बिजली की आवश्यकता होती है। बिजली के आर्क लैम्प तो जहाज पर कई-कई हुआ करते हैं। अपने बेतार के यन्त्र के लिए भी जहाज़ को बिजली की आवश्यकता होती है।

संसार की कहानी को महासागर में बतलानेवाले समाचार पत्र

जहाज़ में बेतार के यन्त्र के उपयोगों का पीछे पर्याप्त वर्णन किया जा चुका है। प्रत्येक जहाज़ में बेतार से आए हुए संसार-भर के समाचारों को यात्रियों की सूचना के लिए दैनिक समाचार-बोर्ड पर लगा दिया जाता है। बहुत बड़े जहाज़ों में तो उन समाचारों को छापकर जहाज़ के बेतार समाचार का दैनिक पत्र निकाला जाता है।

जहाज़ ही समुद्र के अन्दर ऋतु-परिवर्तन का अनुमान करते हैं। वायुमापक यन्त्र अथवा बैरोमीटर (Barometer), शीतोष्ण-मापक यन्त्र अथवा थर्मामीटर (Thermometer), वायु और ऋतु की साधारण दशा के विशेष-विशेष समय के समाचार अपने बेतार द्वारा लन्दन के वायु-विद्या-सम्बन्धी (Meteorological) दफ़्तर में भेज देता है। इस प्रकार जहाज़ संसार को वैज्ञानिक अन्वेषण में भी सहायता देता है।

जहाज़ में प्रयोग में आनेवाले अनेक उपयोगी यन्त्र

प्रत्येक जहाज़ पर ध्रुव-प्रदर्शक अथवा कुतुबनुमा होती

जंगी जहाजी बेड़े में रेसीप्रोकेटिंग इञ्जिन (Reciprocating Engine) से ही काम लिया जाता है।

गत महायुद्ध में डूबे हुए लूसीटानिया (Lusitania) नाम के बड़े भारी जहाज में चार पेंच (स्क्रू) थे और वह ७० सहस्र हार्स पावर से चलाया जाता था। युद्ध के बाद बने हुए जहाजों में इससे भी अधिक शक्ति से काम लिया जा चुका है।

जहाज़ में बिजली का महत्व

यह पीछे दिखलाया जा चुका है कि जहाज में कोयले की अपेक्षा तेल से अधिक सुविधा रहती है। किन्तु दूसरे कार्यों के लिए जहाज को बिजली की आवश्यकता पड़ती है। बिजली से प्रकाश किया जाता है, गर्मी के दिनों अथवा गर्म देशों में कमरों के पङ्खे चलाये जाते हैं और सर्दी के दिनों अथवा ठंडे देशों में अंगीठी का काम लिया जाता है।

जहाज में यात्रा का प्रकाश सफेद, लाल और हरा होता है। इस प्रकाश से इस बात का पता लग जाता है कि जहाज किस दिशा में जा रहा है। यह प्रकाश बिजली का ही होता है। कुछ बड़े-बड़े जहाजों में व्यापारी माल लादने, नाव उतारने, चढ़ाने अथवा अन्य भारी सामान के उठाने के लिए बिजली के ही यन्त्र लगे होते हैं।

यदि जहाज में सर्चलाइट (Searchlight) होती

लगे होते हैं, जिससे आवश्यकता के समय उनसे चाहे जहाँ पानी लिया जा सके।

प्रत्येक जहाज़ में अनेक ऐसे कमरे होते हैं, जिनकी हवा बिल्कुल खींच ली जाती है। वायु भरी होती है। अतः जहाज़ के टक्कर आदि से चोट खाने के समय इन कमरों के कारण जहाज पानी पर अधिक समय तक तैर सकता है।

जहाज़ के प्रत्येक महत्वपूर्ण स्थान में टेलीफ़ोन अथवा बोलने के नल (Speaking Tubes) और बिजली की घण्टियाँ लगी होती हैं। जहाज़ के पुल के ऊपर से एंजिन के कमरे में समाचार देने के लिए एक टेलीग्राफ़ लगा होता है, जिसे 'एञ्जिन रूम टेलीग्राफ़' कहते हैं।

जहाज में एक नक़्शों का कमरा होता है, जिसे चार्ट-हाउस (Chart-House) कहते हैं। इस कमरे में समुद्रोपयोगी सभी यन्त्र, नक़्शे और मानचित्र होते हैं।

समुद्र के बदलते रहनेवाले मानचित्र

इनमें समुद्र के भी सैंकड़ों मानचित्र होते हैं। यह मानचित्र ठीक-ठीक नाप से बनाए जाते हैं। इनमें जल की प्रत्येक स्थान की गहराई, किनारों की विशेषताओं, प्रकाश-गृहों(Light Houses) का स्थान, प्रकाश के जहाज़ों (Light-Ships), पानी पर तैरनेवाले लङ्गरों के निशानों (Buoys) और समुद्र-यात्रा की सहायता के योग्य अन्य

है। छोटे जहाज़ पर एक और बड़े पर कई-कई होती हैं।

जहाज़ में एक और यन्त्र होता है, जो जहाज़ की प्रति घण्टे गति के साथ-साथ यह बतलाता है कि जहाज़ कितने मील की यात्रा कर चुका है।

एक दूसरा यन्त्र जहाज़ में उसके नीचे के जल की गहराई को बतलाता है; इससे गहरे कोहरे आदि में किनारे के भूलने का भय नहीं रहता।

जहाज़ में साधारण घड़ियाँ काम नहीं दे सकतीं, क्योंकि उनका समय बदलता रहता है। जहाज़ में एक विशेष घड़ी होती है, जिसे क्रोनोमीटर (Chronometer) कहते हैं।

जहाज़ में वायु और समुद्र के तापमान को नापने के लिए पारे के वायु-मापक यन्त्र (Mercourial Barometers) बिना पारे के जल की गति बतानेवाले यन्त्र (Aneroids) और वायुमापक यन्त्र (Thermometers) लगे होते हैं। जहाज़ में इन यन्त्रों के अंकों को निश्चित समय पर देखने के अतिरिक्त ऋतु की सामान्य दशा, वायु के वेग और समुद्र की दशा को भी देखकर लन्दन के वायु-विद्या-सम्बन्धी (Meteorological) दफ़्तर में भेज दिया जाता है।

जहाज़ में नगरों के समान आग बुझाने के एञ्जिन भी होते हैं। जहाज़ के प्रत्येक भाग में पर्याप्त संख्या में नल

लगे होते हैं, जिससे आवश्यकता के समय उनसे चाहे जहाँ पानी लिया जा सके।

प्रत्येक जहाज़ में अनेक ऐसे कमरे होते हैं, जिनकी हवा बिल्कुल खींच ली जाती है। वायु भरी होती है। अतः जहाज़ के टक्कर आदि से चोट खाने के समय इन कमरों के कारण जहाज़ पानी पर अधिक समय तक तैर सकता है।

जहाज़ के प्रत्येक महत्वपूर्ण स्थान में टेलीफ़ोन अथवा बोलने के नल (Speaking Tubes) और बिजली की घण्टियाँ लगी होती हैं। जहाज़ के पुल के ऊपर से एंजिन के कमरे में समाचार देने के लिए एक टेलीग्राफ़ लगा होता है, जिसे 'एञ्जिन रूम टेलीग्राफ़' कहते हैं।

जहाज में एक नक़्शों का कमरा होता है, जिसे चार्ट-हाउस (Chart-House) कहते हैं। इस कमरे में समुद्रोपयोगी सभी यन्त्र, नक़्शे और मानचित्र होते हैं।

समुद्र के बदलते रहनेवाले मानचित्र

इनमें समुद्र के भी सैंकड़ों मानचित्र होते हैं। यह मानचित्र ठीक-ठीक नाप से बनाए जाते हैं। इनमें जल की प्रत्येक स्थान की गहराई, किनारों की विशेषताओं, प्रकाश-गृहों(Light Houses) का स्थान, प्रकाश के जहाज़ों (Light-Ships), पानी पर तैरनेवाले लङ्गरों के निशानों (Buoys) और समुद्र-यात्रा को सहायता के योग्य अन्य

अनेक सूचनाएँ होती हैं। इस विषय की पुस्तकें भी जहाज़ पर काफ़ी रहती हैं।

होनेवाले परिवर्तनों को भी मानचित्र में दिखला दिया जाता है। नई चट्टानों का पता लगाया जाता है, वालू भर जानेवाले नदियों के मुहानों का हिसाव रखा जाता है, प्रकाश-ग्रह या तो बदलते रहते हैं अथवा नये बनाए जाते हैं। इस प्रकार की अनेक बातें जहाज़ों में लगायी जाती रहती है। इन मानचित्रों को जल-सेना के हाइड्रोग्रेफ़िक (Hydrographic) विभाग द्वारा बनाया जाता है। यह विभाग प्रति वर्ष इन मानचित्रों में घटाने-बढ़ाने की लगभग २००० सूचनाएँ निकालता है।

जहाज़ का आमोद-प्रमोद

बड़े-बड़े जहाज़ों में यात्रियों की सुविधा, सुरक्षा और आमोद-प्रमोद का बड़ा सुन्दर प्रबन्ध किया जाता है। डेक के ऊपर सब प्रकार के खेलों का प्रबन्ध किया जाता है। कुछ बड़े-बड़े जहाज़ों में तो तैरने तक का प्रबन्ध रहता है।

एक आधुनिक जहाज़ की निराली शान

भारतवर्ष में जहाज़ देखनेवालों की संख्या गिनी-चुनी है। कुछ थोड़े-से धनी व्यक्तियों और भारतीय समुद्र-तट के निवासियों के अतिरिक्त भारतवासियों के लिए समुद्र और जहाज़ अभी तक एक समस्या ही है।

इँग्लैण्ड की एक कम्पनी का 'मैजेस्टिक' नाम का जहाज़ ६४००० टन का है, वह एक लाख हार्स पावर की शक्ति से तेल द्वारा चलाया जाता है। उसके बॉएलर (Boiler) पाँच एकड़ को घेरे हुए हैं। उसमें ४८ बॉएलर, चार बड़े-बड़े टरवाइन एञ्जिन और २४० भट्टियाँ हैं। उस पर इस्पात के नौ डेक हैं, जिनमें आठ-आठ कमरेवाले ४०० घरों के बराबर जगह है। उसमें १२०० कमरे हैं, जिनमें ४००० मनुष्य रह सकते हैं। यात्रियों के अतिरिक्त १ सहस्र मल्लाह भी उसमें रहते हैं। उसकी लम्बाई एक सहस्र फ़ुट अथवा डेढ़ फ़र्लाङ्ग से भी कुछ अधिक और चौड़ाई १०० फ़ुट है। उसकी ऊपर के पुल से नीचे की नाव (Keel) तक की गहराई १०० फ़ुट से भी अधिक है। इस जहाज़ में कुल पचास लाख घन फ़ुट स्थान है। इसके भोजन-गृह का क्षेत्रफल दस सहस्र फ़ुट है।

उसमें ८८० वर्ग फ़ुट बड़ा तैरने का तालाब है, जिसमें आध घण्टे से भी कम में १२० टन समुद्र का जल भरा जा सकता है। उसमें स्नान करनेवालों के लिए तीस कमरे कपड़े बदलने के लिए हैं। उसके पुस्तकालय में चार सहस्र पुस्तकें हैं। रात्रि को जब उसमें पूरा प्रकाश होता है, तो डेढ़ सहस्र बिजली की बत्तियाँ एकसाथ जलती हैं।

ऐसे बड़े जहाज़ के लिए भोजन की भी अधिक मात्रा

में ही आवश्यकता होती है। अतः यह अपने साथ ४८००० अण्डे, ३१००० पौंड दूध, ७५००० पौंड मांस और २६००० पौंड शाक लेजाता है। उस पर १७ टन कम्बल, ३००० फ़र्श और १९०००० बानात के टुकड़े हैं। उस पर तीन टन काटने के यन्त्र चाक़ू, छुरी (Cutlery) और ७५ टन चीनी के बर्तन आदि हैं, जिनमें २४०० चाय और क़हवे (Coffee) के बर्तन, दस सहस्र तश्तरियाँ, १६ सहस्र प्याले, ७९ सहस्र गिलास और ५५००० काटने के यन्त्र, चाकू, छुरी-आदि हैं। उसमें ३०००० सेट हैं। उसमें ४५० आग की घण्टियाँ (Fire alarms) और चार बेतार के स्टेशन हैं।

ऐटलांटिक महासागर के बड़े-बड़े जहाज़ों में अब जाड़ों के बगीचे भी लगाये जा रहे हैं। आजकल प्रत्येक जहाज़ में नई-नई उन्नति होती जाती है।

❀ ❀ ❀

सत्ताईसवाँ अध्याय

रेलगाड़ी

यद्यपि भारतवर्ष में रेलों का प्रचार अब अच्छा हो गया है, किन्तु अब भी ऐसे अनेक भारतीय हैं, जिन्होंने न तो जन्म-भर अपने गाँव से बाहिर पैर ही रक्खा है और न रेल के दर्शन किए हैं। तथापि शिक्षित भारत-वासियों के लिए रेलगाड़ी अब कौतुक का विषय नहीं रही है। अतः इस अध्याय में रेलगाड़ी के विषय में अत्यन्त आवश्यक बातों का ही वर्णन् किया जावेगा।

रेलगाड़ी का मुख्य अंग उसका एञ्जिन होता है। एञ्जिन में कोयला जलाकर उससे पानी को गरम किया जाता है। यही वाष्प एञ्जिन को चलाती है। बड़े-बड़े एञ्जिनों में ३५०० से ५००० गैलन तक पानी आता है, किन्तु यात्रा करने में यह पानी बहुत शीघ्र समाप्त हो जाता है और दोबारा पानी लेना पड़ता है। कोयले का खर्च एक बड़े एञ्जिन में प्रतिमील ३८ पौंड होता है।

संसार में रेलों का विकास

रेल की पटरियाँ संसार-भर में इस प्रकार बिछी हुई हैं, जिस प्रकार शरीर में नसें फैली हुई हैं।

सन् १८३० में जार्ज स्टेफेनसन ने लिवरपूल से मानचेस्टर तक रेल-लाइन बनाई थी। सन् १८५० में संसार-भर में २३००० मील में रेल हो गई, जिसमें से ६६०० मील ब्रिटेन में, १४०० मील योरोप में और नौ सहस्र मील अमरीका में थी। सन् १८७० में संसार-भर में १२९००० मील रेल थी, जिसमें से १५,५०० मील ब्रिटेन में और ५३००० मील अमरीका में थी। सन् १८९० में संसार-भर में ३७००० मील रेल बन गई, जिसमें से ब्रिटेन में २०,००० मील. अमरीका में १६६, ६०० मील और जर्मनी में २५००० मील थी। सन् १९०८ में यह संख्या ५७७००० मील हो गयी, जिसमें से अमरीका में २३२०००, ब्रिटेन में २३००० और जर्मनी में ३५, ५०० मील थी। सन् १९२३ में कुल संसार में ७ लाख मील रेल थी, जिसमें से दो लाख मील योरोप में और साढ़े तीन लाख मील अमरीका में थी। भारत में तो इस संख्या का अभी बहुत थोड़ा अंश ही बन पाया है।

रेलों के न लड़ने का प्रबन्ध

रेलों के कार्य के सुचारु रूप से होने के लिए सङ्केत अथवा सिगनल की पद्धति निकाली गई है। सिगनल

अनेक प्रकार के होते हैं। प्रत्येक प्रकार के सिगनल का ड्राइवर के लिए एक विशेष संकेत होता है। गाड़ी को चलाने अथवा रोकने के सङ्केत दिन के समय सिगनल की भुजा को उठाकर अथवा गिरा कर करते है, किन्तु रात्रि के समय भुजा के दिखाई न देने से यही कार्य लाल और हरे रंग के प्रकाश से लिया जाता है।

इन सिगनलों का सम्बन्ध टेलीग्राफ़ और टेलीफ़ोन से भी होता है। इनके द्वारा सिगनलवाला आदमी गाड़ियों के आने और जाने की सूचना देता रहता है। सिगनलवाला केवल गाड़ी के आने की ख़बर ही नहीं रखता, वह लाइन को भी बदलता रहता है।

इतनी अधिक गाड़ियों के आने-जाने पर भी दुर्घटनाएँ बहुत कम होती है। इस समय एक नए प्रकार के स्वयं कार्य करनेवाले सिगनल चले हैं, जिनको आटोमैटिक सिगनल कहते हैं। यदि कोई ड्राइवर अपने सामने के सिगनल की ग़ल्ती से उपेक्षा करके जाता है, तो एञ्जिन का एक हाथ एक स्वयं काम करनेवाले बन्दूक के घोड़े (Automatic trigger) को पकड़ लेता है और उसी समय ब्रेक लग जाते हैं। ड्राइवर को उसकी ग़ल्ती बतलाने के लिए एक सीटी भी बज जाती है और गाड़ी या तो मन्दी पड़ जाती है अथवा रुक जाती हैं।

किन्तु इङ्गलैण्ड में और भी अच्छा उपाय निकाला

गया है और उसके शीघ्र ही सारे संसार में फैल जाने की आशा है। इसका आविष्कारक मि० ए० आर० ऐंगस (Mr. A. R. Angus) नाम का एक आस्ट्रिया निवासी था। अतएव इस उपाय का नाम भी ऐंगस सिस्टम (Angus System) ही पड़ गया। इसके द्वारा गाड़ियों का लड़ना एकदम ही असम्भव हो गया। यह इस प्रकार होता है—

बिजली के द्वारा किस प्रकार रेलों की टक्कर को बचाया जा सकता है

रेल की पटरियों में बिजली की एक हल्की करेण्ट जाती है। यह रेल की पटरियाँ ताँबे के तार से जुड़ी होती हैं। लोकोमोटिव (रेल के एञ्जिन) का काइल (तार का लच्छा) रेल की पटड़ियों के अत्यन्त पास आता हुआ तार में से आवश्यक करेंट को खेंचकर एञ्जिन के एक बिजली के मैगनेट को देता है, जिससे एक लीवर खड़ा हो जाता है। अर्थात् करेंट कटकर लीवर को आकर्षण के द्वारा गिरा देता है, जिससे ब्रेक गिर जाते हैं। एञ्जिन में शक्ति आनी बन्द हो जाती है और गाड़ी खड़ी हो जाती है।

रेलवे का मार्ग कई भागों में बँटा हुआ होता है, जिन का प्रबन्ध सिगनल-बक्स के द्वारा किया जाता है। प्रत्येक

भाग का अपना पृथक् मैगनेट होता है। कोई गाड़ी लाइन के ऊपर से तब तक नहीं जा सकती, जब तक उसके पास ब्रेक लगानेवाले लीवर को थामने योग्य बिजली की शक्ति न हो। यह बिजली सिगनल-बक्स के एक स्विच को खोलने से मिलती है। यदि गाड़ी किसी भाग में पहले से ही हो, तो उस भाग का स्विच नहीं खुल सकता। इस प्रकार जिस भाग में एक गाड़ी पहले से ही मौजूद हो, उस में दूसरी गाड़ी को सिगनलमैन भी नहीं भेज सकता।

इस प्रकार इस ऐंगस सिस्टम से लोकोमोटिवों को भी विचार-शक्ति मिल गई। इस सिस्टम की गाड़ियाँ गहरे-से-गहरे कोहरे में भी पूरे वेग के साथ जा सकती हैं; क्योंकि इनमें सिगनलमैन और ड्राइवर को सिर उठाकर देखने की भी आवश्यकता नहीं पड़ती।

यदि एक मार्ग में ही कई गाड़ियाँ हों तो दूसरी गाड़ी वहाँ पहुँचने के पूर्व ही रुक जावेगी। उस समय एक सीटी बजती है और यदि ड्राइवर भी गाड़ी नहीं रोकता, तो वाष्प बन्द हो जाती है और ब्रेक स्वयं लग जाते हैं, गाड़ियाँ भयङ्कर मोड़ों पर पटरी से उतरने से बच जाती हैं। लाइन पर भयंकर रुकावट, गर्मी से पटरियों का मुड़ना तथा दुर्घटना के अनेक कारण इस ऐंगस सिस्टम से रुक जाते हैं। यह सिस्टम नई रेलवे-लाइनों में बहुत कम खर्चे से लगाया जा सकता है।

बिजली की रेलगाड़ियाँ

इन रेलों के साथ-साथ ही बिजली की रेल भी चल पड़ी है। बम्बई के चारों तरफ़ तो कोयले का धुआँ रेल के एञ्जिन में देखने को भी नहीं मिलेगा। लन्दन में बिजली की रेलगाड़ी का बहुत प्रचार होगया है। संयुक्त राज्य अमरीका की रेलों में तो बिजली के सैकड़ों एञ्जिन हैं।

बिजली की गाड़ियाँ वाष्प एञ्जिन के समान स्वयं अपनी शक्ति नहीं बनातीं, वरन यह, जैसा कि पीछे लिखा जा चुका है. पटरियों या तार से बिजली लेती हैं। यह गाड़ियाँ साफ़, सस्ती और तेज़ होती हैं। यह आसानी से चलाई और रोकी जा सकती हैं।

अतएव यह आशा की जाती है कि बिजली-घरों की संख्या के बढ़ने के साथ बिजली की रेलों की संख्या भी बढ़ती जावेगी, यहाँ तक कि जहाज़ों के समान रेल के एञ्जिनों में भी कोयला देखने को न मिलेगा।

* ❀ *

अट्ठाइसवाँ अध्याय

मोटरकार

यद्यपि वाष्प के लोकोमोटिवों के आविष्कार से आवागमन में बड़ी भारी सुविधा होगई, किन्तु थोड़ी-थोड़ी दूर तक थोड़ी सवारी और सामान ले जाने के कार्य में अब भी कठिनता ही होती थी। अतएव अब साधारण गाड़ियों के स्थान में नई यान्त्रिक गाड़ी के लिए खोज की जाने लगी।

सन् १८७६ में ड्यूज़ (Deutz) के रहनेवाले डॉक्टर निकोलस ओटो (Dr. Nicholas Otto) ने गॉटलीब डैमर (Gottlieb Daimler) की सहायता से एक गैस का एञ्जिन बनाया। हमारे वर्तमान मोटरकार का पिता यही एञ्जिन था।

ओटो का एञ्जिन बहुत धीरे-धीरे चलता था। उसका पीछे का पहिया (Fly-wheel) एक मिनट में केवल २५० बार घूमता था। लोकमत के विरुद्ध रहते हुए भी डैमर ने एक और एञ्जिन बनाया, जो पहले की अपेक्षा

अधिक तेज़ और अधिक हल्का था। उसकी सफलता में बहुत कम को विश्वास थां, किन्तु डैमर बराबर उद्योग करता गया।

पेट्रोल वाला यह एञ्जिन सन् १८८६ में बनाया गया। यह तीन वर्ष तक चला। तब डैमर ने दूसरा बनाया और उसको एक बाइसिकिल में लगाकर उस पर चढ़ा। मोटर बाइसिकिल के उसके पहले एञ्जिन के पिछले पहिये में (Fly wheel) शक्ति उस जंजीर की पेटी के द्वारा जाती थी, जो अगले पहिये (Driving wheel) में लगी होती थी। उसने इसमें फिर उन्नति करके दो सिलेण्डर वाला एञ्जिन बनाया, जिसमें पिस्टन के डण्डे (Piston rods) टेढ़े धुरे में लगे थे। यह छोटी-सी मशीन ड्यूज़ (Deutz) की सड़कों में तब तक दौड़ती रही, जब तक इसका खूब प्रचार न होगया। अब एक फ्रान्स के कारखाने ने इसके एञ्जिन से काम लेने के अधिकार मोल ले लिये। इस कम्पनी के हाथ में मोटरकार संसार के सामने सन् १८६१ में सड़कों पर आया।

इस समय अनेक विद्वान् 'इण्टरनल कॉमबश्चन एञ्जिन' (Internal Combustion Engine) के आविष्कार में में लगे हुए थे। उन लोगों ने वायु और गैस को दबाने का सिद्धान्त निकाला। उन्हीं लोगों ने बिजली की समस्या को हल किया। वोल्टा ने अपनी बैटरी से और फैरैड

(Faraday) ने अपने मैगनेटों और डाएनमों से इसके आविष्कार में हाथ बटाया। इस यन्त्र ने सड़कों पर चलने में स्टेफेनसन की रेलगाड़ी से भी अधिक क्रान्ति की।

मोटरकार के एञ्जिन में एक से लगाकर बारह सिलेंडर तक होते हैं। प्रत्येक सिलेण्डर एक स्वावलम्बी एञ्जिन होता है और स्वयं ही अपना काम करता है।

मोटरकार का एंजिन

सिलेंडर हमको दिखलाई नहीं देता, क्योंकि उसके ऊपर टीन का एक पर्दा पड़ा रहता है। इसके अन्दर पानी नलों के अन्दर से होता हुआ रेडिएटर (Radiator) में जाता है। यहाँ यह अपने सिलैंडर में वापिस आने से पूर्व सामने की वायु के द्वारा ठण्डा कर दिया जाता है। सिलैंडर की बगल में कारबोरेटर (Corburetter) होता है। पेट्रोल इसी में बहकर आता है। कारबोरेटर एक उपपादक नल अथवा इंडकशन पाइप (Induction Pipe) के द्वारा सिलेंडर से जुड़ा होता है, पिस्टन जब सिलेंडर के अन्दर नीचे को उतरते हैं वह अपने सामने की वायु को धक्का देते हैं। जिससे वहाँ थोड़ा सा शून्याकाश या वाइक्यूम (Vacuum) हो जाता है। अतएव वह अन्दर के पर्दे (Inlet Valve) के द्वारा पेट्रोल को चूस लेता है।

पेट्रोल वायु के सामने खुलने पर वाष्प (Vapour) बन जाता है, और नल उठने योग्य बन जाता है। अतएव

अब उसके रहने में आग लग जाने का डर रहता है। सिलेंडर में जाते समय यह एक फव्वारे के द्वारा बहुत छोटे छोटे अंशों में बिखर जाता है, और मिलने के खाने (Mixing Chamber) में यह हवा से मिल जाता है। इस प्रकार सिलेंडर में यह अत्यन्त उच्च गैस की दशा में पहुँचता है, पिस्टन चार चोटों (Strokes) के चक्कर से चलता है। पहिली चोट इंडक्शन स्ट्रोक (Induction Stroke) कहलाती है, जो अन्दर के पर्दे (Inlet-Valve) के द्वारा पेट्रोल की वाष्प (Vapour) को खैंचती है। तीसरे स्ट्रोक के पश्चात् मैगनेटो से बिजली का एक करेंट स्पार्किंग प्लग (Sparking plug) में आती है, इस समय करेंट थोड़ा कूदती है। यह प्लग के एक कोने से दूसरे कोने में दौड़ती है। इसके कूदते समय चिंगारी (Spark) पैदा होती है।

यह चिंगारी उस समय आती है जब पिस्टन उतरने वाला होता है। यह सिलेंडर के सिर में ही गैस में आग लगाती है। उस समय गैस अत्यन्त अधिक फैलता है, जिससे पिस्टन को बड़े वेग से धक्का लगता है। पिस्टन की शक्ति धुर (Crank Shaft) में ले जायी जाती है। पीछे का पहिया शक्ति को जज्ब कर लेता, घूमता और पिस्टन को एक बार उठाता है। उस समय सिलेंडर में अत्यधिक उष्णता भर जाती है। उसमें के जले हुए गैस (Exhaust)

को पिस्टन बाहिर निकालते हैं। अब एक्ज़हॉस्ट का पर्दा (Exhaust Valve) स्वयं ही खुल जाता है और वह एग्ज़-हॉस्ट पाइप (Exhaust Pipe) में चला जाता है, यहाँ से यह साइलेंसर (Silencer) में जाकर ठण्डा होता है और खुली हवा में निकल जाता है।

इस प्रकार पिस्टन के चार स्ट्रोक होते हैं। पहिला गैस को चूसने का इंडक्शन स्ट्रोक (Induction stroke) दूसरा गैस की लम्बाई-चौड़ाई (Volume) को कम करनेवाला कम्प्रेशन स्ट्रोक (Compression Stroke) तीसरा गैस के भड़कने से पावर स्ट्रोक (power Stroke) और चौथा सिलेंडर के सफा होने से एग्ज़हॉस्ट स्ट्रोक (Ex-haust Stroke).

मोटरकार को शक्ति चलाती है। धुरे के मोड़ के किनारे पर चलानेवाला पिछला पहिया (Fly wheel) लगा होता है, शक्ति इसी में आती है और उसी शक्ति से मोटर चलता है।

वर्तमान मोटर में अनेक बातों में उन्नति की गई है। तेल देने का ढँग बड़ा सुन्दर है। एक पङ्खा एञ्जिन को सदा ठण्डा करता रहता है। एञ्जिन के चलते समय एक डाइनमो (Dynamo) करेंट उत्पन्न करता तथा उसको एक एक्यू-मूलेटर (Accumulater) में जमा करता रहा है। यहाँ से करेंट स्वयं ही एञ्जिन में पहुँच जाता है।

पेट्रोल के एञ्जिन ने वैज्ञानिक जगत् में बड़े-बड़े आश्चर्य-जनक कार्य किये हैं। इसके द्वारा मोटरकार बड़ी-बड़ी मरुभूमियों (Deserts) को पार कर लेता है इसी एञ्जिन ने ऐमुण्डसेन (Amundsen) को दक्षिणी ध्रुव में पहुँचाया। इसी के द्वारा मनुष्य आकाश में पक्षियों से भी ऊपर पहुँच गया। इसके द्वारा हवाई जहाज (Airships) आकाश में एक साथ लगातार सात दिन तक उड़ते रहे।

मोटर के एञ्जिन की आश्चर्यजनक उन्नति

मोटर एञ्जिन ने नगर और ग्रामों को मिला दिया। मोटर-यात्रा अब प्रायः सार्वजनिक होगई है, इस समय घोड़े का प्रायः सब काम मोटरकारों से लिया जारहा है।

इतने कम समय में इतनी उन्नति अभी तक किसी अन्य वस्तु की नहीं हुई। इसने मनुष्य की आवश्यकताओं की सब से अधिक पूर्ति की है।

मोटर का आविष्कार इंगलैण्ड ने किया। किन्तु इसकी उन्नति करके इसको वर्तमान रूप दूसरे देशों ने दिया।

❀ * ❀

उनतीसवाँ अध्याय

हवाई जहाज़

यद्यपि हवाई जहाजों की सहस्रों मील तक यात्रा करने योग्य उन्नति महायुद्ध के समय में हुई है, किन्तु इसका विचार मनुष्य के हृदय में अत्यंत प्राचीन काल से ही था।

प्राचीन भारत में विमानों का अस्तित्व

भारतवर्ष ने इस विषय में अत्यंत उन्नति की थी। प्राचीन भारत में इसको विमान कहते थे। रावण के पास जो कि बड़ा प्रसिद्ध विज्ञानाचार्य था। पुष्पक नाम का विमान था, जो मन के समान तेज़ गति से चलता था और जो इतना बड़ा था कि उसमें रामचन्द्र की सारी सेना आगई थी। उसमें वर्तमान जहाजों के समान आमोद-प्रमोद के अनेक साधन उपस्थित किये गये थे। उसके फव्वारों की सुन्दरता का तो विशेष रूप से वर्णन किया गया है।

सनातनधर्मी शास्त्रों की अपेक्षा जैन शास्त्रों में विमानों के प्रयोग की अधिक कथाएँ हैं। जैनी ही सम्भवतः प्राचीन

भारत में अधिक वैज्ञानिक थे। जैन ग्रन्थों में तो विमानों के द्वारा आकाश में किये हुए अनेक युद्धों तक का वर्णन है। संसार के इतिहास में युद्धों का बड़ा भारी महत्व है। युद्ध ही राष्ट्र को बनाते और युद्ध ही उसको बिगाड़ते हैं, युद्ध ही विज्ञान में उन्नति करते और युद्ध ही विज्ञान को नष्ट करते हैं। गत योरोपीय महायुद्ध ने योरोप को बना दिया और उसके विज्ञान को अत्यंत समुन्नत कर दिया; किन्तु महाभारत के महा-युद्ध ने ईसामसीह से कई सहस्र पूर्व न केवल भारतवर्ष को नष्ट कर दिया, वरन् उसके विज्ञान को भी नष्ट कर दिया। अतएव आज अपने घरों में विमान बनाने वाले भारतवासी विदेशों के वायुयानों को देखकर ही अत्यंत प्रसन्न हो उठते हैं। साराँश यह है कि यद्यपि हवाई जहाज की वर्तमान उन्नति को बहुत समय नहीं हुआ, किन्तु इसका विचार अत्यंत पुराना है।

योरोप में किया हुआ आरम्भिक प्रयत्न

योरोप में इसका विचार सबसे प्रथम तेरहवीं शताब्दी में उत्पन्न हुआ। जब रोजर बैकन (Roger Bacon) ने प्रस्ताव किया कि पतली धातु के एक बड़े भारी गोले में ऊपर के वायु मण्डल (..tmosphere) की अत्यंत पतली हवा अथवा तरल अग्नि भरकर उसको आकाश में उड़ाया जा सकता है। एक दूसरा प्रस्ताव था कि हल्के बर्तन में ओस भर कर उसको आकाश में उड़ाया जा

सकता था, क्योंकि ओस को प्रतिदिन प्रातःकाल सूर्य आकाश में खेंच लेता है। किन्तु इन प्रस्तावों का कई शताब्दियों तक कोई निश्चित प्रभाव नहीं हुआ।

एक दिन सन् १७८३ में जोसेफ़ (Joseph) और जैक्वेस (Jacques) नाम के दो भाइयों ने फ़ान्स के ऐनोने (Annonay) नगर में एक गुब्बारा उड़ाया। इस गुब्बारे में उष्ण वायु भरी गई थी।

इसके एक या दो माह बाद चार्ल्स (Charles) नाम के एक वैज्ञानिक ने गुब्बारे में हाइड्रोजेन गैस (Hydrogen) भरकर उसको पेरिस से छोड़ा। वह शीघ्रता से आगे बढ़ता गया और पन्द्रह मील तक चला गया। हाइड्रोजेन का इस कार्य में प्रथम बार ही प्रयोग किया गया था। दो वर्ष के पश्चात् गुब्बारे पर ही इंगलिश चैनेल (English Channel) को पार किया गया। इस समय इसकी उन्नति के लिए इँगलैण्ड और फ़ान्स में अनेक प्रयोग करके सफलता प्राप्त की गई। इँगलैण्ड में गुब्बारों से ऊपर के वायु-मण्डल के सम्बन्ध में अनेक बातों का पता लगाया जाता था। किन्तु इस पूरे समय-भर गुब्बारे वायु के सहारे चलते थे। उनसे मनुष्य की इच्छा के अनुसार काम लेने के किसी साधन का पता नहीं लगा था।

गुब्बारे गोल हुआ करते थे। अब यह अनुभव किया गया कि इस आकार से काम न चलेगा। सन् १७८४ के

आरम्भ में एक फ्रांसीसी जेनेरल ने एक लम्बे आकार का गुब्बारा बनाया। इसमें दो बड़े-बड़े डाँड लगाये गए, जो हाथ से चलाए जाते थे। किन्तु इच्छानुसार दिशा में जाने योग्य हवाई जहाज़ इसके भी एक सौ वर्ष बाद बना।

तो भी इससे पूर्व कौतूहलजनक अनेक मशीन बनाई गईं। उनमें से एक को फ्रान्स के हेनरी गिफर्ड (Henry Giffard) ने बनाया था। यह एक लम्बा किन्तु छोटा गुब्बारा था, जिसमें तीन हॉर्सपावर के वाष्प के एञ्जिन से चलनेवाला एक पंखा अथवा प्रापेलर (Propeller) लगा हुआ था। एक दूसरे को सन् १८७० में डिप्टी ले लोम (Deputy Le Lome) नाम के दूसरे फ्रांसीस ने बनाया था, इसका प्रापेलर हाथ से चलाया जाता था, जिसको उस के आठ यात्री चलाते थे।

सन् १८८४ में कप्तान रेनार्ड (Captain Renard) ने फ्रांस की सेना के वास्ते एक हवाई जहाज़ बनाया। यह अभी तक बने हुए नमूनों में सब से अधिक परिष्कृत था। उसको वास्तव में प्रथम हवाई जहाज़ (Airship) कहा जा सकता था। गुब्बारे के नीचे लटकी हुई गाड़ी (Car) में एक बिजली का मोटर था। आकाश में एक दिन तक अभ्यास करके यह चाहे जहाँ ले जाने योग्य होगया। यह चौदह मील प्रति घण्टे की चाल से चलता था। इसके आविष्कारक टिसाँडीयर (Tissandier) नाम के दो

भाइयों का आभार मानते हैं। यह दोनों इसी प्रकार का हवाई जहाज बनाने के प्रयोग बहुत समय से कर रहे थे।

पेट्रोल के मोटर का आविष्कार होने पर कुछ वर्ष के पश्चात् फ्रान्स और जर्मनी दोनों स्थानों में दूसरी सफल मशीनें बनाई गईं।

आजकल काम आनेवाले हवाई जहाज़ के तीन नमूने

आजकल हवाई जहाज तीन प्रकार के होते हैं—कठोर (NonRigid). अर्द्ध कठोर (Semi-Rigid) और मुलायम (Rigid)। किन्तु आरम्भ के प्रायः जहाज कठोर थे। उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में ब्रैजिल (Brazil) के आविष्कारक सन्तोस डूमॉट (Santos Dumont) ने फ्रान्स में अपनी आकाश यात्राओं से जिस हवाई जहाज के द्वारा संसार को चकित किया था, वह इसी प्रकार का था। ब्रिटेन का सब से पहला हवाई जहाज नूली सेकंडस (Nulli Secundus) भी ऐसा ही था। इनके पश्चात् महायुद्ध के कुछ समय पूर्व ब्रिटेन के बीटा (Beta) और गामा (Gamma) नाम के जहाज भी अच्छे जहाज थे। फ्रान्स में क्लेमेण्ट वेयार्ड (Clement Bayards) और लेबौडी (Lebaudy) नाम के हवाई जहाज बनाए गए। जर्मनी ने भी पर्सेवल (Parseval) नाम का सफल

हवाई जहाज़ बनाया। इटली ने भी एक-दो अच्छे हवाई जहाज़ बनाए। इनमें से अधिकांश युद्ध के वास्ते बनाए गए थे। किन्तु हवाई जहाज़ का भविष्य—उसके द्वारा शान्ति-स्थापना—राष्ट्रों को एक-दूसरे के अधिक समीप लाने में है। किन्तु जिस पर सहस्रों मील तक की यात्रा की जा सकेगी, ऐसा हवाई जहाज़ मुलायम ही होगा।

आजकल के कठोर हवाई जहाज़ प्रायः छोटे-छोटे होते हैं, जिनमें सिगार के आकार की गैस की थैली होती है। इसीसे एक गाड़ी लटकी होती है, जिसमें एञ्जिन, लकड़ी और एक से दस मनुष्य तक होते हैं। गैस की थैली के अन्दर हवा से भरे हुए कई छोटे-छोटे गुब्बारे या कमरे होते हैं, जिससे यह जहाज़ भिन्न-भिन्न प्रकार की ऊँचाइयों पर भी अपने आकार को बनाए रहता है। एञ्जिन में लकड़ी लगाने से उसका बोझ बहुत हल्का होता है। इससे हवाई जहाज़ को चढ़ने में सुगमता होती है। इसका मुक़ाबला करने के लिए गैस का निकलने दिया जाता है और गैस की कमी को पूरा करने के लिए उन छोटे-छोटे गुब्बारों में पिचकारी से हवा भर दी जाती है।

कठोर (Non Rigid) हवाई जहाज़ों में से पेट्रोल के कार्यों के वास्ते गत महायुद्ध में प्रयोग किया हुआ नार्थ सी (N. S.) का नमूना आकार में बहुत कुछ व्यवहारिक सीमा के पास है। एन० एस० १२ के अन्दर कुल स्थान

३६०,००० घन .फुट था। वह २६२ .फुट लम्बा था। इससे बड़े हवाई जहाज़ प्रायः मुलायम (Rigid) प्रकार के होते हैं, यद्यपि कभी-कभी वह अर्द्ध कठोर (Semi Rigid) भी होते हैं।

आकाश में उड़नेवाले बड़े-बड़े हवाई जहाज़

अर्द्ध कठोर नमूना कठोर के जैसा ही होता है। किन्तु इसमें जहाज़ के नीचे की पैंदे की लकड़ी (Keel) के समान गुब्बारे के नीचे के भाग को एक लोहे का शहतीर (Girder) लगाकर मज़बूत बनाते हैं। इस शहतीर में ही गाड़ी (Car) लटकाई जाती है, जिसमें एञ्जिन और यात्री-आदि होते हैं। चारों ओर कठोर हवाई जहाज़ों के समान छोटे-छोटे गुब्बारे होते हैं।

हवाई जहाज़ों का मुलायम नमूना सब से अधिक सफल हुआ है, और उसी का भविष्य सबसे अधिक उज्ज्वल है। यह बड़े-बड़े हवाई जहाज़ पूर्णरूप से जर्मनी के काउण्ट ज़ेपेलिन (Count Jeppelin) के अनेक प्रयोगों और अनेक वर्षों के कष्ट का परिणाम हैं। यह प्रत्येक ऋतु में चाहे जहाँ इच्छानुसार ले जाये जा सकते हैं।

यह बात जान कर खेद होता है कि काउंट ने अपने मस्तिष्क की उपज के इन आश्चर्यजनक परिणामों को इस कारण उत्पन्न किया था कि वह जर्मनी से बाहिर जाकर

हत्या का बाज़ार गरम करें। क्योंकि यह महायुद्ध के समय बनाये गए थे।

ब्रिटिश इंजीनियरों ने काउंट ज़ेपेलिन के इन बड़े-बड़े जहाज़ों में बड़ी भारी उन्नति करली। उन्होंने सात-सात सौ फुट लम्बे हवाई जहाज़ बनाये, जिनके अंदर दो या तीन घन फुट गैस आ सकता था। वह अपने बोझ के अतिरिक्त तीस से लगाकर चालीस टन तक बोझ उठा सकते थे। इनका पूरा ढाँचा एक हल्की किन्तु पायदार धातु—प्रायः ड्यूरैलुमिन (Duralumin) का होता है। उनके अंदर गैस के लिए कई एक सोने के वर्क़ (Gold beater's Skin) के गुब्बारे हैं। यह सब बाहिर से अत्यन्त सुरक्षित होते हैं।

कोमल हवाई जहाज के ढाँचे की मीलों लम्बी धातु

वर्तमान हवाई जहाज के ढाँचे (Frame work) में कम-से-कम सोलह लाख पृथक्-पृथक् भाग होते हैं। उनके बड़े-बड़े शहतीर और उनके ढाँचे को बनाने वाले असंख्य कुण्डल (Rings) बीस मील लम्बी धातु के बने होते हैं। यह सब के सब ५३ मील लम्बे तार में बाँधकर मज़बूत किए जाते हैं। एँजिन, चलानेवालों, यात्रियों और जहाज के माल से भरी हुई गाड़ियाँ (Cars) इस ढाँचे से कुछ फुट नीचे लगाई जाती है। गाड़ियों की संख्याएँ भिन्न-भिन्न होती हैं। ब्रिटेन के आर (R) श्रेणी के प्रायः

जहाज़ों में चार गाड़ियाँ होती हैं, एक बड़ी भारी जहाज़ के सामने की ओर होती है; उसमें कन्ट्रोल कैबिन (Control Cabin), बेतार का कमरा और ऍंजिन का कमरा होता है। इसमें एक ही एंजिन होता है, कंट्रोल केबिन में जहाज़ चलाने के यन्त्र होते हैं। यहाँ से समुद्री जहाज़ के कप्तान के समान हवाई जहाज़ का कप्तान अपनी आज्ञाएँ निकालता है और जहाज़ को अपने शासन में रखता है। सभी गाड़ियाँ टेलीफोन से जुड़ी होती हैं।

जहाज़ के दोनों ओर एक-एक एंजिन को लिए हुए दो गाड़ियाँ और जुड़ी होती हैं। जहाज़ के पीछे के भाग में एक और गाड़ी होती है, जिस को शक्ति की गाड़ी (Power Car) कहते हैं। इसमें दो एंजिन होते हैं, इन एंजिनों की हॉर्सपावर की संख्या १२०० से लगाकर दो सहस्र तक जहाज़ के परिमाण के अनुसार होती है।

इस ढाँचे के बिल्कुल अन्त में बड़े-बड़े पतवार अथवा चलाने वाले (Rudders) और ऊपर उठाने वाले (Elevators) यन्त्र होते हैं। जहाज़ की दिशा और ऊँचाई का शासन इन्हीं से किया जाता है, पेट्रोल की टंकियाँ प्रायः गाड़ियों के ऊपर ढांचे में लगायी जाती हैं। पानी की टंकियाँ भी वहीं लगाई जाती हैं। यदि ऊँचाई में कोई शीघ्र परिवर्तन करना आवश्यक हो तो इस पानी से बोझ को ठीक करने का काम लिया जाता है।

जहाज़ की पूरी लम्बाई भर में सब गाड़ियों में जाने का मार्ग होता है। अतएव इन जहाजों द्वारा लम्बी यात्रा करने में यात्री घूमने का पर्याप्त व्यायाम कर सकता है, यद्यपि वह पृथ्वी के ऊपर दो मील होते हैं। यहाँ यात्रियों के सोने के कमरे भी होते हैं। वहाँ झूले के समान बड़े आराम वाले सोने के बिस्तर बने होते हैं। बिस्तर पर जाने के लिए यात्रियों को नीचे की गाड़ियों से ऊपर की मंजिल में जाना होता है।

हवाई जहाज़ के अन्दर की सुविधाएँ

अधिकांश जहाजों के युद्ध के वास्ते बनाए जाने से इनको बनाने में आराम पहुँचाने का उद्देश्य नहीं था। किन्तु आजकल संसार-भर में एक से एक अधिक सुविधा वाले हवाई जहाज़ बन गए हैं। आजकल आराम पहुँचाने पर विशेष ध्यान दिया जाता है। समय बिताने के उत्तम कमरों, भोजन करने के कमरों और प्राइवेट कमरों का आजकल सब बड़े-बड़े हवाई जहाज़ों में प्रबन्ध रहता है। भोजन बनाने के प्रबन्ध का भी विशेष ध्यान रक्खा जाता है, बम्बई से लन्दन तक की लम्बी यात्रा में जो वाष्प के जहाज से १९ दिन में पूरी होती है—यत्रियों को प्रथम श्रेणी के होटल के समान आराम पहुँचाया जाता है।

हवाई जहाज़ों के ठहराने का प्रबन्ध

आकाश के इन भीमकाय देवों की रक्षा करने के लिए

इनको मकान में रखने का प्रश्न बड़ा भारी महत्वपूर्ण है। ब्रिटेन के एक जहाज़ का मकान १३० फुट ऊँचा है। वह साढ़े आठ एकड़ जगह को घेरे हुए हैं, किन्तु भविष्य में ऐसे मकानों की आवश्यकता केवल मरम्मत के कामों में ही हुआ करेगी। क्योंकि अभी जहाज़ों को मस्तूल के ऊपर बाँधने (Mooring masts) में यह मस्तूल अत्यन्त सफल सिद्ध हुए हैं। यह मस्तूल बड़ी भारी मीनार के समान होते हैं। इनकी चोटी सदा घूमती रहती है, उनके ऊपर के भाग में जहाज ठहरा दिया जाता है। एक हवाई जहाज़ ऐसे मस्तूल (Mast) पर पचास मील प्रति घण्टे के तूफ़ान में भी छै सप्ताह तक टंगा रहा। इस पद्धति में एक और बड़ी भारी सुविधा यह है कि हवाई जहाज़ का जो काम सौ मनुष्यों से होता उसको एक दर्जन व्यक्ति ही सुगमता से कर सकते हैं। यात्री लोग जहाज़ के एक छेद में मस्तूल को अटका देते हैं, फिर वह जहाज़ के ढाँचे में टहलते हुए अपनी गाड़ियों में पहुँच जाते हैं।

हवाई जहाजों की गति

सन् १९१९ में ब्रिटेन के आर० ३४ (R. 34) नामक हवाई जहाज ने बड़े-बड़े भारी तूफ़ानों और कोहरे का मुकाबला करते हुए भी ऐटलांटिक महासागर को साढ़े चार दिन में पार किया था। चार दिन के पश्चात् ही यह जहाज फिर योरोप को लौट पड़ा और इंगलैण्ड ७५ घंटोंमें आपहुँचा।

जहाज की पूरी लम्बाई भर में सब गाड़ियों में जाने का मार्ग होता है। अतएव इन जहाजों द्वारा लम्बी यात्रा करने में यात्री घूमने का पर्याप्त व्यायाम कर सकता है, यद्यपि वह पृथ्वी के ऊपर दो मील होते हैं। यहाँ यात्रियों के सोने के कमरे भी होते हैं। वहाँ झूले के समान बड़े आराम वाले सोने के विस्तर बने होते हैं। विस्तर पर जाने के लिए यात्रियों को नीचे की गाड़ियों से ऊपर की मंजिल में जाना होता है।

हवाई जहाज के अन्दर की सुविधाएँ

अधिकांश जहाजों के युद्ध के वास्ते बनाए जाने से इनको बनाने में आराम पहुँचाने का उद्देश्य नहीं था। किन्तु आजकल संसार-भर में एक से एक अधिक सुविधा वाले हवाई जहाज बन गए हैं। आजकल आराम पहुँचाने पर विशेष ध्यान दिया जाता है। समय बिताने के उत्तम कमरों, भोजन करने के कमरों और प्राइवेट कमरों का आजकल सब बड़े-बड़े हवाई जहाजों में प्रबन्ध रहता है। भोजन बनाने के प्रबन्ध का भी विशेष ध्यान रक्खा जाता है, बम्बई से लन्दन तक की लम्बी यात्रा में जो वाष्प के जहाज से १९ दिन में पूरी होती है—यत्रियों को प्रथम श्रेणी के होटल के समान आराम पहुँचाया जाता है।

हवाई जहाज़ों के ठहराने का प्रबन्ध

आकाश के इन भीमकाय देवों की रक्षा करने के लिए

इनको मकान में रखने का प्रश्न बड़ा भारी महत्वपूर्ण है। ब्रिटेन के एक जहाज़ का मकान १३० फुट ऊँचा है। वह साढ़े आठ एकड़ जगह को घेरे हुए हैं, किन्तु भविष्य में ऐसे मकानों की आवश्यकता केवल मरम्मत के कामों में ही हुआ करेगी। क्योंकि अभी जहाज़ों को मस्तूल के ऊपर बाँधने (Mooring masts) में यह मस्तूल अत्यन्त सफल सिद्ध हुए हैं। यह मस्तूल बड़ी भारी मीनार के समान होते हैं। इनकी चोटी सदा घूमती रहती है, उनके ऊपर के भाग में जहाज़ ठहरा दिया जाता है। एक हवाई जहाज़ ऐसे मस्तूल (Mast) पर पचास मील प्रति घण्टे के तूफ़ान में भी छै सप्ताह तक टंगा रहा। इस पद्धति में एक और बड़ी भारी सुविधा यह है कि हवाई जहाज़ का जो काम सौ मनुष्यों से होता उसको एक दर्जन व्यक्ति ही सुगमता से कर सकते हैं। यात्री लोग जहाज़ के एक छेद में मस्तूल को अटका देते हैं, फिर वह जहाज़ के ढाँचे में टहलते हुए अपनी गाड़ियों में पहुँच जाते हैं।

हवाई जहाजों की गति

सन् १९१९ में ब्रिटेन के आर० ३४ (R. 34) नामक हवाई जहाज़ ने बड़े-बड़े भारी तूफ़ानों और कोहरे का मुकावला करते हुए भी ऐटलांटिक महासागर को साढ़े चार दिन में पार किया था। चार दिन के पश्चात् ही यह जहाज़ फिर योरोप को लौट पड़ा और इंगलैण्ड ७५ घंटों में आ

आशा होगई है कि हीलियम बहुत कुछ हाईड्रोजेन का स्थान ले लेगा। इस समय संसार में हीलियम बहुत कम उत्पन्न होता है। हाइड्रोजन के गुब्बारों के चारों ओर हीलियम की जैकेट को पहनाने का विचार तब तक बड़ा अच्छा है, जब तक हीलियम इतनी अधिक मात्रा में उत्पन्न न होने लगे कि वह हाइड्रोजेन का स्थान पूरी तरह से ले ले।

सूर्य के बिम्ब में हीलियम पहिली-पहिल सन् १८६८ में दिखलाई दिया था। सन् १८९५ से आगे यह पृथ्वी की कुछ खानों में भी मिलने लगा। कनाडा और संयुक्त राज्य अमरीका में इसको व्यापारिक रूप में उत्पन्न करने के प्रयोग किये गये, जो बराबर उन्नति कर रहे हैं।

यद्यपि हीलियम हाइड्रोजेन के समान तैरनेवाला नहीं है, तथापि इसके और भी बहुत से लाभ हैं। हीलियम के उपयोग से हवाई जहाज के एञ्जिन को नीचे गाड़ी में रखने के बजाय ढाँचे में रखना सम्भव हो जावेगा। हीलियम के उपयोग से सवारी गाड़ियों के वर्तमानरूप को भी बदला जा सकेगा। अतः चारों ओर से काफ़ी साफ हो जाने पर हीलियम के हवाई जहाज की गति का वेग भी बहुत अधिक बढ़ जावेगा। उस समय हवाई जहाजों का उपयोग बहुत अधिक बढ़ जावेगा और यह मनुष्य जाति की अधिक से-अधिक सेवा कर सकेंगे।

बहुत दिनों तक आर ३४ का रिकॉर्ड सबसे बड़ा रहा। किन्तु सन् १९२३ में डिक्समूड (Dixmude) नामक फ्रांसीसी हवाई जहाज, जो पहिले जर्मनी के जेपेलिन का एल. ७२ (L. 72) था, फ्रांस के बीच में से निकलता हुआ भूमध्यसागर (Mediterranean sea) को पार करके ऐलजियर्स (Algiers), ट्यूनिस और सहारा की मरुभूमि में को होता हुआ वापिस फ्रांस आया था। डिक्समूड ने अपनी ४४०० मील की यह यात्रा ११८ घंटों अथवा लगभग पाँच दिन में पूरी की थी।

हवाई जहाज़ों में उन्नति के अन्य विचार

ब्रिटिश सरकार ने अपनी सभी उपनिवेशों के बीच में आकाश यात्रा का प्रबन्ध किया है। इस यात्रा के प्रधान मार्ग को इम्पीरियल एअर रोट (Imperial Air Route) कहते हैं। इस मार्ग पर चलनेवाले ब्रिटेन के हवाई जहाजों की गति ऊपर कही हुई गति से भी अधिक है। उनमें नये ढङ्ग के एञ्जिन लगाए गए हैं, इन एञ्जिनों में पेट्रोल के स्थान में एक सुरक्षापूर्ण और भारी तेल जलता है। हाईड्रोजेन के भड़कने योग्य होने के कारण यह प्रस्ताव किया गया है कि हवाई जहाजों के चारों ओर एक ऐसे गैस की जैकेट हो जो जल न सके। वह गैस हीलियम (Helium) ही हो सकता है। अब बहुत कुछ

आशा होगई है कि हीलियम बहुत कुछ हाईड्रोजेन का स्थान ले लेगा। इस समय संसार में हीलियम बहुत कम उत्पन्न होता है। हाइड्रोजन के गुब्बारों के चारों ओर हीलियम की जैकेट को पहनाने का विचार तब तक बड़ा अच्छा है, जब तक हीलियम इतनी अधिक मात्रा में उत्पन्न न होने लगे कि वह हाइड्रोजेन का स्थान पूरी तरह से ले ले।

सूर्य के बिम्ब में हीलियम पहिली-पहिल सन् १८६८ में दिखलाई दिया था। सन् १८९५ से आगे यह पृथ्वी की कुछ खानों में भी मिलने लगा। कनाडा और संयुक्त राज्य अमरीका में इसको व्यापारिक रूप में उत्पन्न करने के प्रयोग किये गये, जो बराबर उन्नति कर रहे हैं।

यद्यपि हीलियम हाइड्रोजेन के समान तैरनेवाला नहीं है, तथापि इसके और भी बहुत से लाभ हैं। हीलियम के उपयोग से हवाई जहाज के एञ्जिन को नीचे गाड़ी में रखने के बजाय ढाँचे में रखना सम्भव हो जावेगा। हीलियम के उपयोग से सवारी गाड़ियों के वर्तमानरूप को भी बदला जा सकेगा। अतः चारों ओर से काफ़ी साफ हो जाने पर हीलियम के हवाई जहाज की गति का वेग भी बहुत अधिक बढ़ जावेगा। उस समय हवाई जहाज़ों का उपयोग बहुत अधिक बढ़ जावेगा और यह मनुष्य जाति की अधिक से-अधिक सेवा कर सकेंगे।

भारतवर्ष में हवाई जहाजों का उपयोग

महायुद्ध के पश्चात् भारतवर्ष में भी हवाई जहाज स्थान-स्थान पर दिखलाई देने लगे। २० फरवरी सन् १९२७ ई० में भारत की राजधानी नई देहली में हवाई जहाजों की एक प्रदर्शिनी हुई थी, जिसमें साम्राज्य के सब भागों के अधिक-से-अधिक हवाई जहाज आये थे, इनमे से एक हवाई जहाज मे तो ५० आदमी बैठे हुए थे।

आजकल भारत सरकार ने भारत के मुख्य नगरों में हवाई जहाज से डाक ले जाने का प्रबन्ध कर दिया है, बम्बई से देहली, देहली से कलकत्ता और पेशावर को यात्रियों के जाने की भी सुविधा है।

नई देहली में कई ऐसी संस्थाएँ है, जो हवाई जहाज चलने की शिक्षा देती हैं। भारत के दो तीन धनी व्यक्तियों ने मिलकर यहाँ के 'हिमालय एअरवेज लिमिटेड' नाम की एक कम्पनी की स्थापना की है। यह कम्पनी गर्मियों में यात्रियों को हरिद्वार से श्री बद्रीनाथ और केदारनाथ को ले जाती है। कशमीर की यात्रा का भी यह कम्पनी शीघ्र प्रबन्ध करने का विचार कर रही है। जाड़ों में पहाड़ों का मार्ग बन्द हो जाने पर यह कम्पनी अपने हवाई जहाजों को लेकर भारतवर्ष के प्रधान-प्रधान नगरों के नागरिकों को आकाश की सैर कराया करती हैं।

इस कम्पनी के पास कई हवाई जहाज है। इस के

हवाई जहाज़ का व्यावहारिक रूप

हवाई जहाज़ के सामने एक पंखा होता है, जिसे एअरस्क्रू (Airscrew) अथवा प्रायः प्रापेलर (Propellar) कहते हैं, उसमें ऊपर उठने के लिये पंख भी होते हैं, यदि हवाई जहाज़ के दोनों ओर एक ही पंख हो तो उसको मोनोप्लेन (Monoplane) कहते हैं। किन्तु यदि उसके दोनों ओर दो-दो पंख हों तो उसको बाईप्लेन (Biplane) कहते हैं। आजकल प्रायः दो पंख वाले हवाई जहाज़ ही बनते हैं।

हवाई जहाज़ जब पृथ्वी पर रहता है तो अपने दो पहियों पर खड़ा रहता है, जिससे यह उन पहियों के बल पृथ्वी पर तब तक दौड़ता रहे जब तक उसके पंख उसको ऊपर न उठा लें। हवाई जहाज़ की पूँछ के नीचे लकड़ी अथवा धातु का एक तिरछा टुकड़ा होता है, इसको टेल-स्किड (Tail Skid) कहते हैं। यह जहाज़ के पृथ्वी पर खड़ा रहते समय उसको थामे रहता है और उसके आकाश से पृथ्वी पर आते ही पृथ्वी पर गिर पड़ता है, जिससे यह जहाज़ को पृथ्वी पर घसीटकर ब्रेक का काम देता है।

हवाई जहाज़ की गति को आकाश में तीन ओर से काबू में किया जाता है। ऊपर चढ़ने और नीचे उतारने के के लिए ऊपर और नीचे की गति को; तथा ठीक मार्ग पर जाने के लिये बराबर की गति को।

भारतवर्ष में हवाई जहाज़ों का उपयोग

महायुद्ध के पश्चात् भारतवर्ष में भी हवाई जहाज़ स्थान-स्थान पर दिखलाई देने लगे। २० फरवरी सन् १९२७ ई० में भारत की राजधानी नई देहली में हवाई जहाज़ों की एक प्रदर्शिनी हुई थी, जिसमें साम्राज्य के सब भागों के अधिक-से-अधिक हवाई जहाज़ आये थे, इनमें से एक हवाई जहाज़ में तो ५० आदमी बैठे हुए थे।

आजकल भारत सरकार ने भारत के मुख्य नगरों में हवाई जहाज़ से डाक ले जाने का प्रबन्ध कर दिया है, बम्बई से देहली, देहली से कलकत्ता और पेशावर को यात्रियों के जाने की भी सुविधा है।

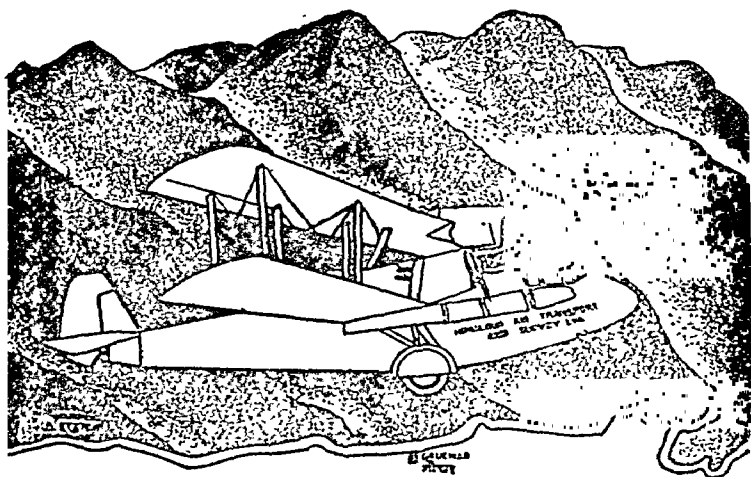
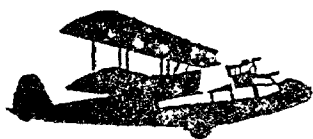
नई देहली में कई ऐसी संस्थाएँ हैं, जो हवाई जहाज़ चलने की शिक्षा देती हैं। भारत के दो तीन धनी व्यक्तियों ने मिलकर यहाँ के 'हिमालय एअरवेज़ लिमिटेड' नाम की एक कम्पनी की स्थापना की है। यह कम्पनी गर्मियों में यात्रियों को हरिद्वार से श्री बद्रीनाथ और केदारनाथ को ले जाती है। कशमीर की यात्रा का भी यह कम्पनी शीघ्र प्रबन्ध करने का विचार कर रही है। जाड़ों में पहाड़ों का मार्ग बन्द हो जाने पर यह कम्पनी अपने हवाई जहाज़ों को लेकर भारतवर्ष के प्रधान-प्रधान नगरों के नागरिकों को आकाश की सैर कराया करती है।

इस कम्पनी के पास कई हवाई जहाज़ हैं। इस के

सबसे बड़े और प्रसिद्ध हवाई जहाज़ का नाम 'हनुमान' है इसमें दस यात्री बैठ सकते हैं। यह तीन एंजिनों से चलता है। इसके एक दूसरे हवाई जहाज का नाम 'पुष्पक' है। इन सब हवाई जहाजों में यात्रियों की गाड़ी अन्दर ही होती है।

यदि हीलियम गैस पर्याप्त मात्रा में मिलने लगा तो हवाई जहाज सस्ते भी काफी हो जावेंगे। उस समय आशा है कि भारत में हवाई जहाज़ों का प्रयोग मोटरों के समान सार्वजनिक हो जायगा।

संसार-भर में हवाई जहाज़ों को किराए पर चलानेवाली सब से बड़ी कम्पनी 'इम्पीरियल एअर वेज़' है। इसके हवाई जहाज लन्दन से योरोप, इराक़, भारत, तथा सिंहापुर होते हुए सीधे आस्ट्रेलिया तक जाते हैं, इसकी दूसरी सर्विस लन्दन से दक्षिणी अफ्रीका के ठीक सब से नीचे के स्थान तक जाती है। पण्डित जवाहरलाल नेहरू अपनी बीमार पत्नी से मिलने के लिए इसी कम्पनी के हवाई जहाज़ों में गए थे। इस कम्पनी के हवाई जहाजों में बड़े-बड़े होटल तक हैं। हवाई जहाज़ों की यह उन्नति वास्तव में आश्चर्य में डालनेवाली है। इस कम्पनी के हवाई जहाज़ों का नियमित रूप से भारत में आना-जाना दिसम्बर सन् १६३४ ई० से आरम्भ हुआ है।

इस समय करांची से मदरास तथा करांची से लाहौर

हिमालय एयरवेज़' कम्पनी का 'हनुमान्' नामक हवाई जहाज़
हिमालय पर्वत पर उड़ रहा है।

उक्त कम्पनी का 'पुष्पक' नाम का
हवाई जहाज़।

उक्त कम्पनी का एक सवारी वाला
हवाई जहाज़।

को भी सप्ताह में दो वार हवाई जहाज़ जाते हैं।

दिसम्बर १९३४ से भारतीय डाकखानों ने भारतवर्ष के अन्दर भी प्रधान-प्रधान नगरों में हवाई जहाज से डाक ले जाना आरम्भ कर दिया। इससे केवल डाक-विभाग की ही बड़ी भारी उन्नति नहीं हुई वरन् भारतीय व्यापार को भी लाभ पहुँचा है। गत वर्ष में दो नई हवाई जहाज़ की कम्पनियाँ खुलीं। पहिली देहली की हिमालय एअरवेज़ लिमिटेड, और दूसरी ब्रह्म-देश की इरावदी फ्लोटीला ऐण्ड ऐअर वेज़ लिमिटेड है। प्रथम कम्पनी आरम्भ में यात्रियों को हरिद्वार से बद्रीनाथ तथा केदारनाथ तक ले जाती थी, किन्तु अब उसने कशमीर, शिमला-आदि अन्य अनेक स्थानों के लिये भी हवाई यात्रा का प्रबन्ध कर दिया है। द्वितीय कम्पनी अपना कार्य ब्रह्मा में ही करती है।

हवाई जहाजों से व्यापारिक माल भी आता जाता है। सन् १९३३ ई० में १९, ११, ६२६) रु० का सामान्य माल भारत के बाहिर से हवाई जहाजों द्वारा आया। किन्तु सन् १९३४ में यह संख्या केवल ५, ३५, ८३१) रुपए मात्र ही रह गई। जवाहिरात सन् १९३३ में ३१, ४८, ६८५) रुपए के आए थे, किन्तु सन् १९३४ ई० में यह ३८, ७८, ३५५) रुपए के आये।

फ्लाइङ्ग क्लब

भारतवर्ष में उस समय से हवाई जहाजों की रुचि

इतनी अधिक बढ़ती जाती है कि स्थान-स्थान पर उड़नेवाले क्लब खुलते जाते हैं। इस समय भारतवर्ष में निम्नलिखित ८ फ्लाइङ्ग क्लब हैं—

(१) देहली फ्लाइङ्ग क्लब देहली, (२) कराँची ऐअरो क्लब कराँची, (३) बम्बई फ्लाइङ्ग क्लब जुहु बम्बई, (४) मद्रास फ्लाइङ्ग क्लब मद्रास, (५) बङ्गाल फ्लाइङ्ग क्लब डमडम, (६) युक्तप्रांतीय फ्लाइङ्ग क्लब लखनऊ और कानपुर, (७) उत्तरीय भारत फ्लाइंग क्लब लाहौर तथा (८) जोधपुर फ्लाइंग क्लब जोधपुर।

व्यक्तिगत हवाई जहाज़

भारतवर्ष में सन् १९३३ में व्यक्तिगत हवाई जहाज ३७ थे, किन्तु सन् १९३४ में व्यक्तिगत हवाई जहाज ४२ हो गए। सन् १९३५ में कुछ अन्य व्यक्तियों ने भी हवाई जहाज़ मोल ले लिए हैं। यह आशा की जाती है कि एक दिन हवाई जहाजों का प्रयोग भी मोटर कारों के समान सार्वजनिक हो जावेगा।

दुर्घटनाएँ

सन् १९३३ में कुल २९ दुर्घटनाएँ हुईं, किन्तु सन् १९३४ में २६ ही हुईं। इनमें से इस वर्ष चार व्यक्ति मरे और चार सख्त घायल हुए। २६ दुर्घटनाओं में से छः भारत के बाहर और दो पृथ्वी पर ही हुईं।

तीसवाँ अध्याय

उपसंहार

इस पुस्तक में शक्ति और उसके आविष्कारों का वर्णन किया गया है। शक्ति के साधनों में सूर्य को सब से बड़ा साधन बतलाया गया है; क्योंकि कोयले में उसी की शक्ति है। तेल, वाष्प और गैस में भी अप्रत्यक्षरूप से सूर्य की ही सहायता है।

शक्ति का एक नया साधन

प्रत्येक मोटरकार स्प्रिट से चलती है। स्वाभाविक तेल पृथ्वी में से निकलते हैं। सम्भवतः उनकी रचना भी कोयले की अपेक्षा अर्वाचीन नहीं है। किन्तु मोटर की स्प्रिट को बड़े भारी परिमाण में बैकटेरिया (Bacteria) से बनाया जा सकता है। हम अनाज, पुआल और घास को जोश दे सकते हैं, वास्तव में सभी सस्ती और व्यर्थ की हरियाली को जोश दे सकते हैं, और इस जोश दी हुई शराब को शुद्ध करके सुरासार अथवा ऐलकोहल

(alcohal) बना सकते हैं। भावी सन्तति के लिए शक्ति का यह भी बड़ा भारी साधन बनेगी। इस शक्ति का उपयोग विनाशात्मक कार्यों में न होकर रचनात्मक कार्यों में होगा।

शक्ति देनेवाला आश्चर्यजनक भारतीय वृक्ष

ऐलकोहल की शक्ति केवल अनाज, आलू, और पुआल से ही नहीं बनती; किन्तु यह आजकल बड़े परिमाण में फूलों से भी बनाई जा रही है। भारतवर्ष में महुवे का वृक्ष बड़ा प्रसिद्ध है। मध्यप्रान्त में यह वृक्ष बहुत अधिक होता है। हैदराबाद में भी यह बहुत होता है। इसको बोना नहीं पड़ता। यह अपने आप ही जङ्गलों में बहुत अधिक उत्पन्न होता है। केवल हैदराबाद के ही महुए से प्रतिवर्ष साढ़े तीन लाख गैलन ऐलकोहल बनाई जा सकती है। महुआ केवल एञ्जिनों को ही शक्ति नहीं देता, इसकी शराब भी बनती है। इस के गिरे हुए फूलों के भोजन से मध्यदेश में लाखों मनुष्यों का पेट पलता है। वह पशुओं के भी खाने के काम में आते हैं। इसकी स्प्रिट की परीक्षा करने पर पता लगा है कि यह किसी भी मोटर के एञ्जिन को सुगमता-पूर्वक चला सकती है।

सूर्य-द्वारा चलाया हुआ एञ्जिन

मिस्टर फ्रैंक शूमैन नाम के एक अमरीकन अन्वेशक

ने सीधे सूर्य की उष्णता का उपयोग एक आश्चर्यजनक एञ्जिनों में किया है। इस एञ्जिन का मिश्र देश में कुछ सफलता पूर्वक उपयोग किया गया है।

उष्ण कटिबन्ध के देशों में गर्मी अधिक पड़ने से वहाँ सूर्य की उष्णता इतनी अधिक बढ़ जाती है कि उस से पानी के तापमान को काफ़ी अधिक बढ़ाया जा सकता है। यह कार्य सूर्य की किरणों को आतशी शीशे में एकत्रित करके किया जा सकता है। मिस्टर शूमैन ने एक विशेष बॉएलर (एञ्जिन की भट्टी) बनाकर और एक कम वेग से काम करनेवाले वाष्प के एञ्जिन का आविष्कार करके खेतों की सिंचाई के लिए सूर्य-द्वारा पानी खींचने योग्य काफ़ी शक्ति उत्पन्न करली थी। कोयला कम मिलनेवाले स्थानों में ऐसे सूर्य के एञ्जिनों का महत्व बहुत अधिक है।

वायु की चक्की

वायु की चक्की शक्ति का दूसरा साधन है। इञ्जीनियरों ने डायनमो को चलानेवाले नये-नये वायु के पहियों का आविष्कार किया है। इनकी बिजली को ऐक्यूमूलेटरों में एकत्रित किया जा सकता है। इस एकत्रित बिजली से वायु के रुक जाने पर काम लिया जा सकता है, ऐसी चक्कियों से कम इंधनवाले योरोप के गावों और खेतों में काम लिया जाता है।

ज्वालामुखियों की शक्ति

इटली में कोयला, तेल अथवा झरने कुछ भी नहीं हैं। अतएव वहाँ इञ्जीनियरों ने शक्ति के किसी अन्य साधन को खोजना आरम्भ किया। अन्त में उनको पृथ्वी के गर्भ की ज्वालामुखियों की शक्ति का ध्यान आया। आज वह अनेक प्रयोगों के पश्चात् उस शक्ति का उपयोग करने में बहुत कुछ सफल हो गए हैं। ज्वालामुखियों की उष्णता को नलों-द्वारा पृथ्वी पर लाकर उनसे एञ्जिन चलाए जाते हैं और बिजली बनाई जाती है। सम्भव है कि शक्ति के इस साधन का भविष्य में अधिक-से-अधिक उपयोग किया जा सके।

जल की शक्ति

जल की शक्ति का पीछे वर्णन किया जा चुका है। इस समय इटली, नार्वे, स्विटजर्लैण्ड, संयुक्त राज्य अमरीका, जर्मनी और कनाडा में झरनों और दरियाओं की शक्ति का अधिक-से-अधिक उपयोग किया जा रहा है।

चन्द्रमा-द्वारा उठाई जानेवाली समुद्र की लहरों तक को इञ्जीनियरों ने नहीं छोड़ा। लहरों से ऊपर जाते समय कुछ नहीं बोला जाता, किन्तु उनके ऊपर पहुँचते ही उनको टर्बाइन (Turbines) में लेकर उसको डाइनमो में ले जाकर उससे बिजली बनाई जाती है।

गैस से शक्कर बनाना

वैज्ञानिक लोग कारबन डायोक्साइड और जल में से प्रकाश की एक किरण-द्वारा शक्कर निकाल चुके हैं। शक्कर का स्टार्च बनाना तो बिल्कुल सुगम है।

बिजली का भविष्य

बिजली सदा ही शक्ति का आदर्श रहेगी। दस सहस्र हॉर्स पॉवर के वाष्प के ऐञ्जिन अथवा पानी के टरवाइन (Turbine) की शक्ति को बिजली की करेंट के रूप में धातु के दो तारों में सहस्रों मील तक ले जाया जा सकता है और वहाँ उसका फिर यन्त्रीय-शक्ति बनाया जा सकता है। बहुत से देशों में बड़ी-बड़ी दूरी वाली रेलों में भी बिजली का उपयोग किया जाने लगा है। दूसरे देश भी अपने यहाँ की जल की शक्ति की बिजली बनाने और उसको दूसरे देशों में भेजने का उद्योग कर रहे हैं।

※ समाप्त ※

परिशिष्ट